

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GISLÂINE MARGOTI

**CONTROLE DO CRESCIMENTO, FENOLOGIA E CURVA DE MATURAÇÃO DO
CACHO DA VIDEIRA 'MERLOT' EM CAMPO LARGO-PR**

CURITIBA

2016

GISLÂINE MARGOTI

**CONTROLE DO CRESCIMENTO, FENOLOGIA E CURVA DE MATURAÇÃO DO
CACHO DA VIDEIRA ‘MERLOT’ EM CAMPO LARGO-PR**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi.

CURITIBA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL

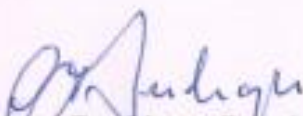



PARECER

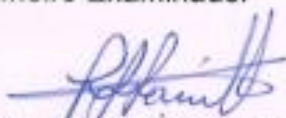
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **GISLÂINE MARGOTI**, sob o título "**CONTROLE DO CRESCIMENTO, FENOLOGIA E CURVA DE MATURAÇÃO DO CACHO DA VIDEIRA 'MERLOT' EM CAMPO LARGO-PR**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.


Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

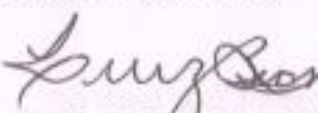
Curitiba, 12 de Julho de 2016.


Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Professor Dr. Ruy Inácio Neiva de Carvalho
Primeiro Examinador


Professor Dr. Flávio Zanette
Segundo Examinador


Professor Dr. Mauro Brasil Dias Tofanelli
Terceiro Examinador


Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Presidente da Banca e Orientador

DEDICO,

Ao meu avô materno, 'Seu Padilha' (*in memoriam*),
que me incentivou muito aos estudos
e que sempre se orgulhou de mim,
sua primeira neta.

RESUMO

O estado do Paraná é o 4º maior produtor de uva do país, porém poucas cultivares de uvas finas destinadas a vinificação ainda são exploradas devido às condições climáticas pouco favoráveis. Um dos desafios para produção é o controle do excesso de vigor. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o crescimento vegetativo e os efeitos na produção de plantas submetidas a aplicações de prohexadione de cálcio (PCa), e avaliar o potencial enológico de videiras cultivar Merlot produzidas em Campo Largo, PR. O experimento foi conduzido nas safras 2014/2015 e 2015/2016, num vinhedo localizado na Região Metropolitana de Curitiba. As videiras foram implantadas em 2007, enxertadas sob porta enxerto Paulsen 1103 e conduzidas em cordão esporonado simples em espaldeira. Os tratamentos de PCa foram pulverizados por aplicação única ou parcelada, nas concentrações de 0, 125, 250 e 375 mg L⁻¹. Foram feitas avaliações de crescimento de ramos, comprimento de entre nós, número de nós e massa seca do material podado nas podas verdes. A produção foi avaliada por atributos químicos e físicos. O potencial de cultivo de 'Merlot' em Campo Largo foi avaliado pela fenologia, exigência térmica, maturação e atributos de qualidade da produção (sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH). O PCa aumenta o crescimento vegetativo das plantas em aproximadamente 20%, com efeito contrário ao esperado, e não afeta a produção, de modo geral, nas condições estudadas. A videira 'Merlot' apresenta potencial para ser produzida em Campo Largo, PR, com um ciclo de 160 dias e exigência térmica de 1670 GD, da brotação à colheita, e apresenta produção com valores adequados à vinificação tinta.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*. Viviful®. Regulador de crescimento. Graus-dia. Viticultura

ABSTRACT

Paraná state is the fourth largest grape producer in Brazil, but *Vitis vinifera* cultivars have been little explored yet, because the climatic conditions are unfavorable. Control of excessive vigor is one of the challenges to production. The objectives of this study were to evaluate the vegetative growth and impacts in production of grapevines treated with prohexadione calcium (PCa), and evaluate the enological potential of 'Merlot' grapevines, growing in Campo Largo, PR. The research was carried out during the crops 2014/2015 and 2015/2016, on vineyard in metropolitan region of Curitiba. Vines were planted in 2007, trained to a triple wire trellis with one cordon per vine, and grafted on Paulsen 1103 rootstock. The treatments of PCa were sprayed for single or parceled application, in the concentrations 0, 125, 250 and 375 mg L⁻¹. For evaluate vegetative growth were make analysis of shoot length, internode length, node number and dry mass of summer pruning. The yield was evaluated by clusters biometric attributes. 'Merlot' production potential in Campo Largo was evaluated by phenology, thermal requirement, ripening and quality attributes of production (total solid soluble, titratable acidity, and pH). PCa increases vegetative growth of 'Merlot' grapevines around 20%, with opposite effect to expectations, and not show any effect in yield, on the whole, in present conditions. 'Merlot' grapevine showed potential to be produced in Campo Largo, PR, with a cycle of approximately 160 days and thermal demand of 1670 DD from budbreak to harvest, and the grapes showed appropriate values for red wine production.

Key words: *Vitis vinifera*. Viviful®. Growth regulator. Degree-days. Viticulture.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1- A, B: INCREMENTO (%); C, D: COMPRIMENTO DOS ENTRE NÓS (cm); E, F: NÚMERO DE NÓS/RAMO; G, H: MASSA SECA DO MATERIAL COLETADO NA PODA VERDE.	49
FIGURA 3.2- COMPRIMENTO REAL MÉDIO DOS RAMOS.....	50
FIGURA 3.3- A, B: PRODUÇÃO MÉDIA POR PLANTA (kg); C, D: QUANTIDADE DE CACHOS POR PLANTA E MASSA MÉDIA DO CACHO (g); E, F: COMPRIMENTO E LARGURA DOS CACHOS (cm).	55
FIGURA 3.4- A, B: MASSA MÉDIA DAS BAGAS (g); C, D: DIÂMETRO MÉDIO DA BAGA (mm); E, F: NÚMERO DE SEMENTES POR BAGA E MASSA DE CADA SEMENTE (mg); G, H: RELAÇÃO MASSA RÁQUIS: MASSA CACHO, EXPRESSO EM PORCENTAGEM.	57
FIGURA 3.5- A, B: SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EXPRESSO EM °BRIX; C, D: pH, E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL, EM mEq L ⁻¹	59
FIGURA 4.1- TEMPERATURA MÉDIA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA MENSAL, DURANTE AS SAFRAS DE 2014/2015 E 2015/2016, EM CURITIBA, PR, SIMEPAR.	67
FIGURA 4.2- FASES FENOLÓGICAS DA VIDEIRA 'MERLOT', EM CAMPO LARGO, PARANÁ: BROTAÇÃO (B), INFLORESCÊNCIA VISÍVEL (IV), FLORESCIMENTO PLENO (FP), GRÃOS CHUMBINHO (GC), GRÃOS ERVILHA (GE), INÍCIO DA MATURAÇÃO (IM) e MATURAÇÃO PLENA (MP), FOTO: GISLÂINE MARGOTI.....	69
FIGURA 4.3- DURAÇÃO EM DIAS DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA VIDEIRA 'MERLOT' PRODUZIDA NAS SAFRAS 2014/2015 (A) E 2015/2016 (B). (B): BROTAÇÃO; (IV): INFLORESCÊNCIA VISÍVEL; (FP): FLORESCIMENTO PLENO; (GC) GRÃO CHUMBINHO; (GE) GRÃO ERVILHA; (IM): INÍCIO DA MATURAÇÃO; (MP): MATURAÇÃO PLENA E (C): COLHEITA.	72
FIGURA 4.4- EVOLUÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (SST), ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL(mEq L ⁻¹), E pH DA UVA 'MERLOT' PRODUZIDA NAS SAFRAS DE 2014/2015 E 2015/2016, EM CAMPO LARGO, PR.	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1- DATAS DAS FASES FENOLÓGICAS DA VIDEIRA 'MERLOT': QUEBRA DA DORMÊNCIA (QD), BROTAÇÃO (B), INFLORESCÊNCIA VISÍVEL (IV), FLORESCIMENTO PLENO (FP), GRÃOS CHUMBINHO (GC), GRÃOS ERVILHA (GE), INÍCIO DA MATURAÇÃO (IM), MATURAÇÃO PLENA (MP) E COLHEITA (C).....	72
TABELA 4.2- GRAUS-DIA ACUMULADO NOS SUBPERÍODOS FENOLÓGICOS DA VIDEIRA 'MERLOT': QUEBRA DA DORMÊNCIA (QD), BROTAÇÃO (B), INFLORESCÊNCIA VISÍVEL (IV), FLORESCIMENTO PLENO (FP), GRÃOS CHUMBINHO (GC), GRÃOS ERVILHA (GE), INÍCIO DA MATURAÇÃO (IM), MATURAÇÃO PLENA (MP) E COLHEITA (C).....	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	CULTIVAR MERLOT	12
2.2	FISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO DOS RAMOS.....	13
2.2.1	Fatores que influenciam o crescimento vegetativo	16
2.2.2	A giberelina no desenvolvimento dos ramos	17
2.3	RETARDANTES DE CRESCIMENTO VEGETAL	21
2.3.1	Vigor	21
2.3.2	Controle do vigor	23
2.3.3	Inibidores da biosíntese de giberelinas.....	24
2.3.4	Prohexadione de cálcio.....	24
2.4	FENOLOGIA.....	28
2.5	CURVA DE MATURAÇÃO	31
	REFERÊNCIAS	34
3	CRESCIMENTO VEGETATIVO E PRODUÇÃO DE VIDEIRA CV. MERLOT TRATADAS COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO	40
3.1	INTRODUÇÃO.....	41
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.4	CONCLUSÕES.....	60
	REFERÊNCIAS	60
4	CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA, EXIGÊNCIA TÉRMICA E MATURAÇÃO DA VIDEIRA ‘MERLOT’ EM CAMPO LARGO-PR	64
4.1	INTRODUÇÃO.....	65
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	67
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4.4	CONCLUSÕES.....	77
	REFERÊNCIAS	77
5	CONCLUSÕES GERAIS.....	80
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
7	ANEXOS.....	82

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de vinhos no Brasil é uma atividade ainda recente se comparada a de países europeus, mas que vem ganhando destaque. O país é hoje o 5º maior produtor de vinho no Hemisfério Sul, e o 14º do mundo, sendo considerado um dos mercados com atividade mais crescente em nível mundial (FAO, 2015).

Favorecido pela diversidade climática e pela criatividade do brasileiro, o país tem desenvolvido vinhos originais e com características únicas. A estimativa é que haja, atualmente, 1,1 mil vinícolas espalhadas pelo país, estando a maioria instalada em pequenas propriedades familiares, com média de 2 hectares de vinhedos por família (FAO, 2015; IBRAVIN, 2016).

Em 2014, 46,89% da produção nacional de uvas foram destinados ao processamento, para vinhos, sucos e derivados (MELLO, 2015). A produção de vinhos no país abrange majoritariamente os do tipo comum, feito de uvas americanas ou híbridas. Do total de vinhos comercializados 11% apenas são derivados de uvas finas.

No Rio Grande do Sul, principal produtor de uva e vinho do país, a produção de uvas finas representa menos de 11% do total, correspondendo a 17% da produção de seus vinhos. Responsável por 90% do vinho nacional, o RS é o estado que mais cultiva uvas finas para vinificação (UVIBRA, 2016).

A videira cv. Merlot foi uma das viníferas pioneiras no Brasil e hoje ocupa a segunda colocação no ranking das cultivares de *Vitis vinifera* mais plantadas, ficando atrás da 'Cabernet Sauvignon'. O Rio Grande do Sul produziu cerca de 8 mil toneladas de 'Merlot' destinadas a vinificação tinta (UVIBRA, 2016).

O plantio de uvas finas para vinificação no país ainda é emergente, com poucas cultivares e regiões exploradas, mas com o auxílio de órgãos de pesquisa tem demonstrado resultados promissores. Pela incessante busca de variedades mais adaptáveis às condições de cada região e técnicas de manejo que permitam a produção de *Vitis vinifera*, hoje há áreas de cultivo em quase toda a extensão do país, como no médio Vale do São Francisco, no sul de Minas Gerais e no Planalto Serrano Catarinense.

A região norte do Paraná é um polo produtor conhecido nacionalmente pelo cultivo de uvas finas, mas destinadas ao consumo '*in natura*'. Com auxílio de projetos, demais áreas do estado vem buscando expansão de áreas de plantio com uvas finas para vinificação e melhoria de manejo a fim de garantir a qualidade enológica. Na Safra 2013/2014 os municípios de Palmeira e Bituruna registraram as maiores produções de uva fina, totalizando 1.066 e 800 toneladas, respectivamente (JONASSI FILHO, 2016).

Devido a forte tradição da colonização italiana, a Região Metropolitana de Curitiba (RMC) já possui um consistente cultivo de uvas americanas e híbridas para vinificação, apresentando mais de 20 vinícolas na região que se sustenta não só pela venda dos vinhos, mas também pelo enoturismo. Com incentivo da recém-criada Vinopar (Associação dos Vinicultores do Paraná), o objetivo é introduzir o cultivo de uvas finas visando a produção de vinhos típicos da região e tornar o estado um fornecedor de matéria-prima. As vinícolas que antecipadamente já investiram no plantio dessas uvas apresentam resultados satisfatórios. Nesse último ano uma vinícola da região se destacou em nível nacional com a premiação de um rótulo de 'Cabernet Sauvignon'.

Nas primeiras décadas do século XX, a RMC era reconhecida nacionalmente pela produção de uva e vinho, tendo como base da produção de vinhos, a uva 'Bordô' (denominada 'Terci' regionalmente) produzida em pequenas vinícolas familiares. Naquela época, os vitivinicultores contavam com suporte técnico da Estação Experimental de Viticultura e Enologia de Campo Largo, criada pelo Ministério da Agricultura. Drasticamente, a partir de 1960, os vinhedos foram dizimados por uma praga de solo, a pérola-da-terra. A partir desse momento a viticultura da região entrou em decadência e algumas vinícolas ainda persistiram, porém, importando matéria prima do estado do RS. Hoje, novas vinícolas e as persistentes juntamente com incentivo tributário buscam o resgate da produção local e da colocação no cenário nacional. O replantio de videiras na região foi viabilizado graças à descoberta de porta-enxertos resistentes a essa praga (PROTAS; CAMARGO, 2010).

O cultivo de uvas finas na Região Metropolitana de Curitiba é um grande desafio, mesmo favorecida pelo clima subtropical, que oferece grande amplitude térmica, as condições de cultivo não são as mais vantajosas para a espécie devido

ao alto regime pluviométrico e a alta fertilidade dos solos, ocasionando um comportamento bem distinto da região de origem.

Dentre todos os desafios para o cultivo de videiras no país, a escassez de mão de obra tem se tornado um agravante. A ausência de mão de obra torna a atividade restritiva especialmente nos períodos de uso mais intensivo e críticos, como a poda e a colheita. Em virtude disso, na safra 2014/2015 houve acentuada redução de área de plantio pelos principais estados produtores de uva. São Paulo apresentou a maior redução, com 12,79% a menos de área plantada, Paraná com 4,19% e Rio Grande do Sul com 0,86% (MELLO, 2015).

O cultivo de uvas finas para vinificação requer muitas práticas de manejo, principalmente nas regiões do país onde há temperatura elevada associada a um elevado regime pluviométrico e maior fertilidade dos solos, que induzem a planta ao maior vigor. Com o aumento da vegetação, práticas culturais de podas verdes se tornam constantes, a fim de assegurar um adequado equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. A poda verde abrange todos os tipos de retirada de material verde da planta, em época de plena vegetação, incluindo a desbrota, desnetamento, desfolha e desponte.

Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de reduzir o vigor excessivo. Um dos métodos testados é com o auxílio de produtos químicos (reguladores vegetais), a fim de substituir a poda verde ou pelo menos minimizar a quantidade de material a ser podado, o que já ajuda a reduzir a necessidade de mão de obra e, consequentemente, o custo de produção.

O prohexadione de cálcio (PCa) é um regulador vegetal inibidor da biossíntese de giberelinas. Age por um período temporário retardando o crescimento longitudinal dos ramos. Resultados satisfatórios no controle do vigor com PCa já foram encontrados para macieiras, porém para videiras ainda foi pouco explorado.

O trabalho abrange dois objetivos: 1) Estudar a fenologia e a maturação da videira cultivar Merlot em Campo Largo-PR; 2) Avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produção da videira 'Merlot' submetida a diferentes concentrações de Prohexadione de Cálcio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTIVAR MERLOT

De origem provável do sudoeste da França (TOMAZETTI et al., 2015), é uma das viníferas clássicas, mais cultivadas mundialmente, e que marcou o início da produção de vinhos finos varietais brasileiros (RIZZON; MIELE, 2003).

Entre as viníferas, foi a que melhor se adaptou às condições de clima dos estados do RS e SC, apresentando boa tolerância a condições ambientais adversas, com registros de cultivo em locais que variam de 130 a 1415 m de altitude (TOMAZETTI et al., 2015).

É considerada uma cultivar de média exigência em frio, que necessita em torno de 300 horas de frio (HF) para quebrar a dormência e iniciar a brotação. Para completar seu ciclo, que varia de 148 a 212 dias, demanda de 1350 a 1781 graus-dia (GD), conforme condições da região de plantio (BRIGHENTI et al., 2013). A brotação, no sul do país, ocorre geralmente em meados de agosto, sendo a colheita em meados de fevereiro (TOMAZETTI et al., 2015).

Produz cachos médios que variam de 100 a 200 g, de aspecto cilíndrico, solto e alado, com pedúnculo fino, comprido (aproximadamente 18,5 cm) e lenhoso na inserção. As bagas são pequenas, com 1,6 a 1,8 g, ligeiramente ovais com diâmetro de aproximadamente 13 mm, bem presas ao pedúnculo, com uma ráquis que participa com aproximadamente 3,5% da massa do cacho. As bagas possuem geralmente uma semente, que pesa em média 40 mg, e que corresponde a 3,5% da massa da baga (RIZZON; MIELE, 2003; BRIGHENTI et al., 2010). A produção é em média de 5 kg de cacho por planta, conforme o manejo adotado (MOTA et al., 2010).

Com teores de sólidos solúveis que podem chegar até 22°Brix, acidez e pH por volta de 110 mEq L⁻¹ e 3,43, respectivamente, origina vinhos de qualidade em diversas regiões vitivinícolas (RIZZON; MIELE, 2003; MIELE; MANDELLI, 2012; BRIGHENTI et al., 2013). Não são vinhos com aroma pronunciado como os de 'Cabernet Sauvignon', mas que agradam gustativamente pelo seu equilíbrio e maciez, sendo considerados 'fáceis de beber', além da sua coloração vermelho-violáceo, que agrada bastante a população brasileira consumidora de vinhos (RIZZON; MIELE, 2003).

2.2 FISILOGIA DO DESENVOLVIMENTO DOS RAMOS

O crescimento é definido como aumento irreversível no tamanho das plantas, é um termo quantitativo, relacionado a mudanças de tamanho e, ou massa e tem dois componentes: o aumento no tamanho das células já existentes (elongação) e o aumento no número de células (divisão das células meristemáticas) (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O crescimento, a morfogênese e a diferenciação provocam o 'desenvolvimento vegetal'. A modificação do formato das células e órgãos dependente do direcionamento da divisão e do crescimento celular é denominado 'morfogênese'; já as modificações bioquímicas e estruturais, que dão a parte da planta uma função específica, é denominada 'diferenciação'. Esses processos ocorrem a partir da sinalização exógena e/ou endógena, e juntamente com o potencial genético determinam a configuração da planta (SOARES; LEÃO, 2009).

As partes vegetativas da videira têm seu início de crescimento na fase de mobilização de reservas com consequente quebra da dormência e brotação. Pela elevação da temperatura do solo, a videira reinicia a atividade do sistema radicial, ocorre então a ativação da respiração celular e as raízes retornam a exercer sua função, absorvendo água e sais minerais. As substâncias de reserva tornam-se solúveis pela ação de enzimas, os açúcares armazenados sofrem uma série de descarboxilações oxidativas, liberando energia potencial contida nas moléculas, a qual é utilizada para mobilização de reservas, permitindo então a nutrição dos órgãos para desenvolvimento. Com a solubilização de substâncias armazenadas pela planta (do período pós-colheita até a desfolha natural do ciclo anterior) há uma nutrição das gemas dando então início a brotação e desenvolvimento da planta para um novo ciclo de produção (SCARPARE, 2007).

Os ramos possuem muitos pontos de crescimento, mas o crescimento em extensão ocorre a partir do broto apical. Pode-se então dividir em duas fases o período de crescimento dos ramos: a fase inicial depende exclusivamente da mobilização de reservas (carboidratos e compostos nitrogenados) presentes em ramos e raízes, acumuladas no período entre pós-colheita e entrada no repouso vegetativo, sendo o movimento dos assimilados essencialmente em direção à ponta dos ramos (KLIEWER, 1990; SCARPARE, 2007). Segundo Giovannini (2013), as novas brotações dependerão das reservas do ciclo anterior até atingirem

aproximadamente 50% do seu tamanho, a partir daí deixarão de importar e passarão a exportar fotoassimilados. Sendo assim, o segundo período de crescimento passa a ser dependente dos órgãos verdes, fotossinteticamente ativos, que fornecerão a partir daí os fotoassimilados necessários ao crescimento dos brotos (SCARPARE, 2007).

O crescimento de estruturas vegetativas da copa apresenta um comportamento quase sigmóide, na qual há uma sequência de períodos de crescimento lento, acelerado, e novamente lento, sendo que após a antese (momento em que a maioria das flores está se abrindo nas inflorescências) a taxa de crescimento vegetativo diminui, finalizando com o *veraison* (mudança de coloração das bagas) (SCARPARE, 2007; SANTOS, 2012). O aumento da massa seca dos ramos possui comportamento próximo da linearidade até a frutificação, quando então os cachos se tornam o principal dreno de fotoassimilados (SANTOS, 2012).

Borghezan (2010) observou claramente o comportamento sigmóide em cultivares Merlot e Cabernet Sauvignon, cultivadas em São Joaquim-SC. Um aumento lento do comprimento dos ramos nas primeiras semanas após a brotação, média de 5 cm por semana, seguido por um crescimento linear a partir dos 20 dias, chegando a 25 cm por semana aos 45 dias; após 110 dias constatou-se um decréscimo da taxa de crescimento, se igualando às taxas iniciais. A estabilização do crescimento foi compatível com o *veraison*.

A taxa de crescimento dos ramos depende das condições ambientais e nutricionais da planta (COSTA, 2015), havendo condições favoráveis, seu crescimento não cessa. O crescimento e a alongação são acentuados a medida que a temperatura se eleva, atingindo seu auge em três ou quatro semanas. (GIOVANNINI, 2013).

A paralização do crescimento dos ramos é complexa, envolve vários fatores como temperatura, fotoperíodo e disponibilidade hídrica, que agem de forma sinérgica e ativam vias bioquímicas de regulação hormonal induzindo a paralização da atividade meristemática. O metabolismo celular, a acumulação de carbono, assim como os demais processos bioquímicos da planta são afetados diretamente pela temperatura. A transdução de sinais para regulação hormonal é ativada pelo fotoperíodo identificado por fitocromos. A disponibilidade hídrica é essencial para processos metabólicos, assim como para realização de fotossíntese para produção

de fotoassimilados que favorecerão o desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em condição de equilíbrio e boa adaptação na região de cultivo, esse momento deve ocorrer no *veraison*. É relevante que a planta cumpra este tipo de comportamento, uma vez que favorecerá o metabolismo vegetal e os processos bioquímicos, transferindo fotoassimilados essencialmente para maturação dos cachos, consequentemente, resultando em bagas de melhor qualidade, com maior acúmulo de açúcares e produção de compostos fenólicos totais e antocianinas, resultando em vinhos com coloração e estrutura mais intensa (LEEUVEN et al., 2004; CONDE et al., 2007; FALCÃO et al., 2008).

A regulação hormonal consiste numa troca e equilíbrio entre estimuladores (ácido giberélico) e inibidores (ácido abscísico) endógenos em resposta ao ambiente e/ou ao próprio estágio de desenvolvimento da planta. Os estimuladores ao superarem o efeito dos inibidores se tornam preponderantes na extensão dos entrenós enquanto que a diminuição dos promotores, com ou sem aumento de inibidores está relacionada com a paralisação do crescimento (MONACO NETO, 2012; COSTA, 2015).

Acredita-se que o ácido abscísico (ABA) possa estar relacionado à paralisação do crescimento pelo encerramento da atividade meristemática do ápice dos ramos. O aumento da produção de ABA pode ser favorecido pela maior proporção de folhas adultas em relação as jovens e pelas condições desfavoráveis ao crescimento. Além de estar relacionado ao processo de dormência, o ABA também participa com outros hormônios no processo de maturação, podendo ser perceptível pelo aumento significativo do hormônio no início da maturação das bagas, que ocorre pela expressão de genes que sinalizam a acumulação de açúcares e compostos fenólicos (CONDE et al., 2007; BORGHEZAN, 2010).

A parada de crescimento dos ramos só é imposta quando há suspensão da divisão celular nos meristemas apicais e a paralisação da elongação dos entrenós, que ocorre com a maturação da célula, acompanhada pelo aumento da rigidez da parede celular (TAIZ; ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2012). Enquanto durar o alongamento dos ramos em taxas rápidas, o acúmulo de carboidratos é retardado ou prejudicado (KLIEWER, 1990).

2.2.1 Fatores que influenciam o crescimento vegetativo

O crescimento vegetativo da videira pode ser afetado por inúmeros fatores. As variáveis climáticas são determinantes na taxa de crescimento (vigor) e capacidade produtiva da videira (BORGHEZAN et al., 2014), são chamados de fatores abióticos. As exigências climáticas podem variar na ordem macro ou micro, conforme os fatores 'impostos' (clima e solo, por exemplo) ou 'escolhidos' (cultivar copa, cultivar porta-enxerto e densidade de plantio, por exemplo) (SOARES; LEÃO, 2009), e essas variações podem favorecer o vigor potencial de uma determinada cultivar copa e/ou cultivar porta-enxerto, acarretando em um crescimento vegetativo excessivo.

O vigor da planta está fortemente correlacionado com a assimilação de carboidratos pela fotossíntese (ZAPATA et al., 2003; FAVERO, 2011), logo, alguns fatores aqui exemplificados estarão correlacionados ao favorecimento da atividade fotossintética, promovendo o aumento de biomassa da planta.

A luz e a temperatura têm participação direta no crescimento vegetal, sendo essenciais para processos metabólicos, assim como para fotossíntese, e interferem na assimilação de CO₂. Plantas C3 são extremamente sensíveis a quantidade de luz e temperatura para realização da fotossíntese. A temperatura é importante na ativação de enzimas da fotossíntese (Rubisco). À medida que a radiação interceptada no dossel aumenta, aumenta a produção de biomassa, até determinado momento (FAVERO, 2011).

O fotoperíodo influi no crescimento da videira por favorecer a síntese de giberelinas através de dias longos (TAIZ; ZEIGER, 2009), estando este hormônio relacionado com o crescimento vegetativo, altos níveis de giberelina endógena proporcionam ramos com vigor excessivo. Neste tipo de ramo já foi verificado o dobro de quantidade de GAs ativas, comparada a expressa em ramos de crescimento normal (CAMILI, 2007).

A água é essencial para os processos metabólicos da planta, inclusive de todos os recursos necessários ao crescimento. A água é conhecida como o fator mais limitante, principalmente no período inicial de crescimento. Além de contribuir diretamente no alongamento celular, pela pressão de turgor (KERBAUY, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2009), afeta direta e indiretamente a fotossíntese. Em situações de

deficiência hídrica, a primeira reação da planta é o fechamento estomático, o qual impede a passagem de CO₂ para o mesófilo foliar, que acarreta na queda drástica da fotossíntese em plantas C3 (SOUZA et al., 2001). Em vinhedos irrigados, quando a distribuição de água é excessiva, há elevado crescimento vegetativo dos ramos, derivado do contínuo crescimento dos novos brotos, sendo considerado um dos principais problemas desse tipo de manejo (DRY; LOVEYS, 1998).

O nitrogênio é conhecido por causar acamamento de várias espécies quando em excesso no solo, pois é absorvido de forma passiva quando em grande quantidade. Não sendo diferente para a videira, quando em excesso, há formação de intensa vegetação somada ao aumento do comprimento dos entrenós e maior expansão foliar, apresentando um período de crescimento prolongado, o que torna a videira extremamente vigorosa e pouco produtiva (SANTOS, 2012; ZALAMENA et al., 2013). O N é um dos nutrientes mais exigidos pelas culturas por desempenhar importantes funções estruturais, sendo limitante ao crescimento e por estar presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e muitas enzimas (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

2.2.2 A giberelina no desenvolvimento dos ramos

Entre os diversos efeitos fisiológicos induzidos pelas giberelinas ativas, tem-se o crescimento como um dos principais. As giberelinas induzem a divisão e o alongamento celular, promovendo o crescimento dos órgãos vegetais pelo aumento do tamanho das células já existentes ou recentemente divididas (DAVIES, 2004; THOMAS et al., 2005).

As giberelinas atuam no meristema intercalar, situado próximo a base dos entrenós. Produzindo derivadas, pela divisão e alongação celular, tanto para cima quanto para baixo, promovem um acentuado alongamento internodal, sendo então conhecidas como determinadoras de altura de plantas (DAVIES, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

A transcrição dos genes que codificam quinases dependentes de ciclina, do ciclo celular, também são reguladas por giberelinas, principalmente nos meristemas intercalares (DAVIES, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009). Em meristemas intercalares de arroz, após tratamento com GAs, foi verificado o aumento nas transcrições desses genes (DAVIES, 2004).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), pode-se verificar a influência da giberelina no alongamento do caule pela indução através da aplicação exógena de GA₃, desta mesma forma Botelho et al. (2004b) verificaram um aumento progressivo dos ramos de videira. As gemas de ramos com vigor excessivo contém o dobro de giberelinas livres quando comparadas a ramos de crescimento normal.

O crescimento de unidades funcionais do caule também é promovido pela ação de giberelinas, como brotos axilares e expansão das folhas. Assim como também são relevantes na regulação do crescimento secundário, agindo na proliferação cambial e diferenciação de fibras de xilema (DAYAN et al., 2012).

O alongamento celular faz parte do crescimento vegetal, sendo assim, é um processo irreversível, que requer a absorção de água em cerca de 70 a 95% da massa das células, bem como o acréscimo de parede ao redor de cada célula. A continuidade do crescimento é dependente da síntese e secreção de polissacarídeos e proteínas, além de outros materiais necessários para o aumento da membrana plasmática (KERBAUY, 2012).

As giberelinas promovem a elongação celular atuando no componente osmótico do potencial hídrico ou por atuarem na plasticidade das paredes celulares (DAVIES, 2004).

A expansão celular pelo componente osmótico pode ser provocada pela síntese de α -amilase, que modifica a pressão osmótica da célula pela hidrólise do amido. A quebra do amido libera açúcares livres no meio intracelular, causando então entrada de água por regulação osmótica que, conseqüentemente, resulta na expansão celular pelo aumento de volume (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Entretanto, a alteração na plasticidade da parede celular é uma das causas mais prevaletentes. As GAs induzem a transcrição de genes que codificam XETs (xiloglucano-endotransglicosidade) e expansinas, genes envolvidos nos processos de divisão e elongação celular (DAVIES, 2004). As XETs provocam a quebra entre ligações de celulose com o xiloglucano (principal constituinte da fração hemicelulósica da parede primária em dicotiledôneas), que conseqüentemente causam afrouxamento da parede celular (KERBAUY, 2012). As enzimas XETs também facilitam a entrada de expansinas, que são proteínas extracelulares de afrouxamento da parede celular em condições de acidez, as quais promovem o rompimento das ligações de hidrogênio existentes entre as microfibrilas de celulosas e hemicelulosas (polissacarídeos da matriz). Conseqüentemente há aumento da

elasticidade da parede celular, com a entrada de água e alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2012).

Para Thomas et al. (2005), as giberelinas também induzem transcrição de genes que codificam pectina metilesterase (PME), promovendo a elongação da haste por afrouxamento da parede celular em *Arabidopsis*. Essa enzima provoca a hidrólise de radicais metila, que embora não modifique o comprimento da cadeia, altera a solubilidade além de disponibilizar substrato para ação de outras enzimas (PINTO et al., 2011).

Não só a giberelina atua no alongamento dos caules, pois Kerbauy (2012) afirmou que a auxina também age, porém de modo separado/distinto. Enquanto as GAs atuam sob células meristemáticas e jovens, preferencialmente, as auxinas atuam sob as células mais velhas. Para que haja alongamento, é necessário que as microfibrilas encontrem-se dispostas de modo perpendicular à direção de crescimento. Considerando isso, células novas, assim orientadas, sofrem a ação de GAs, que mantém a disposição dessas microfibrilas. Já as auxinas são capazes de reorientar os feixes de microfibrilas, permitindo alongamento de células mais velhas por re-orientação da posição oblíqua/longitudinal para transversal.

2.2.2.1 Biossíntese de giberelinas

Em nível celular, as giberelinas são encontradas no retículo endoplasmático e no citoplasma, sendo os plastídeos do ápice do caule os principais sítios de biossíntese. A síntese também ocorre nas folhas em crescimento e em sementes e embriões em desenvolvimento. Após sintetizados, tanto as giberelinas quanto seus intermediários, são transportados para as demais partes da planta pelo floema ou pelo xilema quando produzidas no seu sítio secundário, as raízes (KERBAUY, 2012), movendo-se pelo simplasto das células, podendo ter sua ativação em um local distinto de sua biossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2009).

As giberelinas são diterpenóides tetracíclicos, sintetizados por uma ramificação da via dos terpenóides, pelo metabolismo secundário da planta. Um terpenóide é formado por um composto de cinco carbonos, o isopreno. A unidade ativa básica de isopreno é o Isopentenil Difosfato (IPP), este composto é usado para a biossíntese de terpenóides e pode ser obtido por vias dependentes ou independentes do ácido mevalônico (MVA) (TAIZ; ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2012).

Após a formação do IPP, independentemente da rota, três unidades de isopreno (IPP) são sequencialmente adicionadas para produção de Geranil-difosfato (10C) (GPP), Farnesil-difosfato (15C) (FPP) e Geranil-geranil-difosfato (20C) (GGPP), e este último composto dá início à biossíntese de giberelinas, a qual pode ser dividida em três estágios distintos, cada qual ocorrendo em um diferente compartimento celular (RADEMACHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Na primeira etapa, ocorre formação do ent-kaurene através de reações de ciclização, catalisada por duas distintas enzimas localizadas nos proplastídios de tecidos meristemáticos da parte aérea, nomeadas CPP sintase e ent-kaurene sintase (RADEMACHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Na segunda etapa há oxidação do ent-kaurene a GA₁₂-aldeído. As reações desse segundo estágio são catalizadas por monooxigenases, as quais utilizam o citocromo P450 em suas reações, e requerem oxigênio e NADPH para essas atividades (RADEMACHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Na terceira etapa, há formação da primeira giberelina pela oxidação de GA₁₂-aldeído à GA₁₂ (o grupo CHO é oxidado para COOH). Esta reação pode ser catalisada por uma monooxigenase no retículo endoplasmático ou por dioxigenases solúveis no citosol, depende da espécie de planta e do tecido. As demais etapas subsequentes são catalizadas por dioxigenases solúveis no citosol, as quais requerem 2-oxoglutarato e O₂ como co-substratos, além de usar Fe²⁺ e ascorbato como cofatores (TAIZ; ZEIGER, 2009; KERBAUY, 2012).

Nas reações subsequentes, ocorre a hidroxilação do carbono 13 ou 3 e a sucessiva oxidação do carbono 20, seguida pela perda desse carbono na forma de CO₂ pela enzima GA-20 oxidase, resultando na GA₂₀. A GA₂₀ é então convertida para a forma biologicamente ativa, a GA₁, pela β-hidroxilação do carbono 3, catalizada pela enzima 3β-hidroxilase. A síntese de giberelinas ativas são controladas por fatores ambientais (temperatura e fotoperíodo) (KERBAUY, 2012).

As giberelinas possuem mecanismos de autoregulação que mantém pouca variação do nível de giberelinas ativas, contanto que haja precursores e enzimas disponíveis e funcionais (SANTOS, 2014). As giberelinas podem inibir sua própria biossíntese via *feedback*, por conjugação com açúcares (ligação covalente entre giberelina e monossacarídeo), pelo transporte para outros tecidos (KERBAUY, 2012) ou, pelo catabolismo (inativação), na qual GAs ativas são inativadas pela 2β-hidroxilação (THOMAS et al., 2005).

2.3 RETARDANTES DE CRESCIMENTO VEGETAL

Os retardantes de crescimento vegetal são reguladores vegetais que podem ser classificados em dois grupos principais: compostos liberadores de etileno e compostos inibidores da biossíntese de giberelinas (RADEMACHER, 2000).

São produtos sintéticos que afetam a regulação hormonal, utilizados para modificar o crescimento e desenvolvimento das plantas. A eficácia da ação é dependente do momento da aplicação e das concentrações utilizadas. São usados em condições em que o controle da altura das plantas é desejável, como por exemplo em cultivo comercial de flores (SANTOS, 2014), trigo (CHAVARRIA et al., 2015), algodão (SILVA et al., 2014), tomate (FIGUEIREDO et al., 2015) e maçãs (HAWERROTH et al., 2014).

A aplicação de reguladores do crescimento em espécies frutíferas proporciona muitos benefícios pelo controle do vigor: favorece a penetração de luz, melhor coloração dos frutos em função da maior luminosidade, menor índice de doenças pelo maior arejamento da copa, menor competição entre ramos e frutos pelos fotoassimilados e demais nutrientes, (RADEMACHER, 2000; LO GIUDICE et al., 2004; HAWERROTH & PETRI, 2014), redução no aborto de botões florais, aumentando assim, a produção de frutos (RADEMACHER et al., 2006) e a melhor formação dos frutos. Além disso, com a redução do crescimento excessivo, há diminuição de custos de produção, por diminuição da necessidade de podas (EVANS et al., 1999) e por menores gastos com tratamentos fitossanitários, pois além de haver melhor penetração de defensivos no dossel, o melhor arejamento da copa desfavorece o microclima ao desenvolvimento de patógenos (RADEMACHER et al., 2006).

2.3.1 Vigor

Por suas próprias características botânicas, a videira já é considerada uma planta vigorosa, além disso, condições climáticas e nutricionais que favorecem o crescimento e desenvolvimento vegetativo da cultura pode causar vigor excessivo (VILLAR et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2011; MIELE; MANDELLI, 2012).

Segundo Winkler et al. (1974), o vigor é definido como “...a qualidade ou condição que é expressa em rápido crescimento das partes aéreas da videira. Refere-se essencialmente à taxa de crescimento”. Plantas vigorosas, além de possuírem maior número de brotações laterais, apresentam ramos com maior diâmetro, maior comprimento, conseqüentemente maior distância de entrenós, além de folhas com maior área; já o baixo vigor é representado por plantas com ramos finos, curta distância entrenós e baixa área foliar. O vigor passa a ser indesejável quando baixo ou excessivo (DRY; LOVEYS, 1998).

Conforme definição de Winkler et al. (1974), o termo “vigorosa” é usado muitas vezes no sentido pejorativo, quando o correto seria “excessivamente vigorosa”, isso porque havendo equilíbrio intrínseco, não há problema algum em uma videira vigorosa, sendo que esta pode apresentar boa produtividade quantitativa e qualitativa (DRY; LOVEYS, 1998).

Apesar de alguns autores afirmarem que o maior vigor pode proporcionar maior produtividade nos vinhedos (LEÃO et al., 2011, MIELE; MANDELLI, 2012), pode não ser uma característica desejável em pomares de uvas destinadas ao processamento, principalmente para elaboração de vinhos finos, no qual se enfatiza que a qualidade da uva, conseqüentemente do mosto, é inversamente proporcional à produtividade e vigor da planta (MIELE; MANDELLI, 2012).

Outros autores como Winkler et al. (1974), Villar et al. (2011) e Hawerroth e Petri (2014) comentaram sobre a correlação negativa entre o vigor excessivo e a produtividade. O decréscimo de produção e qualidade ocorre por inúmeros fatores condicionados a prejuízos causados pelo excesso de vegetação, que impede uma boa entrada de luz e o bom arejamento da copa, além de desequilibrar a relação fonte-dreno e a repartição de fotoassimilados.

Podem ser listados alguns principais prejuízos, como: necrose e menor fertilidade de gemas (BOTELHO et al., 2004a; 2004b; 2004c), danos no desenvolvimento das inflorescências (CAMILI, 2007), redução da eficiência de aplicações fitossanitárias que acaba favorecendo o ataque de pragas e doenças (HAWERROTH; PETRI, 2014), menor número de bagas por cacho pela diminuição de flores fecundadas (ZALAMENA et al., 2013), maior competição por fotoassimilados pelo crescimento de ramos laterais que ocorre após o período de *veraison* (DRY; LOVEYS, 1998), desenvolvimento e maturação desuniforme dos frutos (CAMILI, 2007), menor qualidade do mosto pela redução de sólidos solúveis

totais, pela elevação da acidez total titulável (menor concentração de tartarato e maior concentração de malato), aumento da acidez pela maior concentração de potássio, baixa concentração de compostos fenólicos e flavonóides como antocianinas, que resultarão em vinhos com coloração menos intensa (LO GIUDICE et al., 2004).

A redução da frutificação, consequência do excesso de vigor, favorece ainda mais o aumento do crescimento vegetativo, o que acarreta em um círculo vicioso de vigor excessivo, findando em uma planta improdutiva, desuniforme e excessivamente vegetativa (CAMILI, 2007). O excesso de vigor causa retardo da senescência das folhas e do processo de endodormência dos ramos, que influencia nas fases de acúmulo e mobilização de reservas afetando diretamente a brotação do ciclo seguinte, que será desuniforme (ZALAMENA et al., 2013).

O vigor excessivo das videiras exige maior mão de obra e, conseqüentemente maior custo de produção para realização de podas, principalmente podas verdes (desfolhas, despontes sucessivos e desnetamento) (VILLAR et al., 2011; HAWERROTH; PETRI, 2014) para, além do melhor arejamento da copa, ter um estabelecimento de uma relação fonte-dreno adequada, sendo este último considerado um dos maiores entraves para obtenção de uma boa produção (SANTOS, 2012).

2.3.2 Controle do vigor

Há diversas justificativas para necessidade de controlar o vigor excessivo da videira e todas elas possuem o mesmo objetivo final: obtenção de uma boa produtividade, na qual haja uma relação ótima entre qualidade e quantidade (LO GIUDICE, 2002).

O controle do vigor é focado para plantas que estão com seu equilíbrio descompensado devido ao excesso de vegetação, causando prejuízos como já citado anteriormente. Esse controle visa estabelecer um quadro vegetativo ideal para maximar a intercepção da luz e otimizar a relação fonte-dreno (distribuição de fotoassimilados), resumidamente, obtendo assim a máxima massa de frutos por área foliar, isso sem apresentar efeitos deletérios nas composições física e química dos frutos (LO GIUDICE, 2002).

Várias práticas culturais já foram testadas e obtiveram resultados satisfatórios, podendo ser usadas em conjunto ou de modo individual. O vigor pode ser controlado através do uso de porta-enxertos menos vigorosos, poda de raízes, limitação do espaço do crescimento das raízes (pela maior densidade de plantio, por exemplo), manejo da irrigação em locais onde a água é um fator limitante, uso consorciado com plantas de cobertura que compitam pelos nutrientes e água disponíveis (exceto leguminosas), por podas dos ramos, sistemas de condução e sustentação, e por fim, por métodos químicos com o uso de reguladores vegetais (DRY; LOVEYS, 1998; BOTELHO et al., 2004a; ZALAMENA, 2013).

2.3.3 Inibidores da biosíntese de giberelinas

Rademacher (2000) dividiu os inibidores da síntese de GAs em três classes, de acordo com a etapa da síntese que inibem.

A primeira classe de compostos bloqueia a síntese do ent-caureno a partir do geranil- difosfato (GPP), bloqueando a conversão de geranil geranil difosfato para caureno. Os produtos são amônio quartenário (cloreto de clomequat ou CCC, cloreto de mepiquat e AMO-1618) e fosfônio (cloreto de clorfênio). AMO-1618 e CCC, especificamente, inibem a atividade de copalil difosfato sintase e, em menor grau, da ent-caureno sintase.

A segunda classe interfere na passagem do caureno a GA12-aldeído por inibir oxidação do ent-caureno a ácido ent-caurenóico pelas P450 monooxigenases. São compostos heterocíclicos contendo nitrogênio, como ancimídol (pirimidina), tetciclasas (orbornanodiazetina), e compostos tipo triazol (paclobutrazol e uniconazol).

A última classe interfere nas reações finais da biossíntese, por terem estrutura similar ao 2-oxoglutarato, inibindo a atividade da dioxigenase pela competição pelo sítio ativo do co-substrato 2-oxoglutarato. Os compostos são acilciclohexanoedionas como prohexadione de cálcio e trinexapac-etil (TrixE).

2.3.4 Prohexadione de cálcio

O prohexadione de cálcio (calcium 3-oxido-4-propionyl-5-oxo-3-cyclohexene-carboxylate - $C_{10}H_{10}CaO_5$) é um produto da classe dos ciclohexanetriones

(acilciclohexanedione), regulador do crescimento de plantas pela inibição da biossíntese de giberelinas (EVANS et al., 1999; RADEMACHER, 2000).

O prohexadione de cálcio (PCa) é usado mundialmente, comercializado pela BASF com o nome Apogee® [27,5% de ingrediente ativo (i.a.)] nos Estados Unidos e na Europa (RADEMACHER et al., 2004; VILLAR et al., 2011) e como REGALIS® (10% i.a.) na África do Sul e na Nova Zelândia. No Brasil é comercializado pela IHARA, com o nome comercial Viviful® (27,5% i.a.) (ADAPAR, 2015).

Seu modo de ação parte do princípio da similaridade de sua estrutura química a estrutura do ácido 2-oxoglutárico (α -cetoglutarato), que é um co-substrato para a enzima dioxigenase realizar a hidroxilação do caborno (13 ou 3), envolvida nas etapas do 3º estágio da biossíntese de giberelinas (GAs), que realizam a conversão das GAs inativas em ativas (GA₁, por exemplo). O produto inibe majoritariamente a 3 β -hidroxilação (GA₂₀ a GA₁), causando uma acumulação da forma inativa (EVANS et al., 1999; TAIZ; ZEIGER, 2009).

A absorção do produto é foliar e o transporte é acrópeto via xilema. Necessita de 4 horas após a aplicação para ser completamente absorvido e 8 horas para ser completamente translocado, penetrando no tecido da planta somente em estado de dissolução, podendo ter ação duradoura de três a oito semanas (EVANS et al., 1999).

Inúmeros fatores podem influenciar na eficácia da atividade de PCa, tal como a biodisponibilidade do ingrediente ativo no tecido alvo, estágio fenológico da planta no momento da aplicação, número de tratamentos (RADEMACHER et al., 2004), idade e espécie da planta, vigor, a sensibilidade da cultivar, a concentração da calda e condições climáticas (EVANS et al., 1999).

O produto demonstra baixa toxicidade ao consumidor e ao ambiente, conforme requer as exigências de sistemas integrados de produção. Rademacher et al. (2006) afirmaram que pouco ou nenhum resíduo são encontrados nos frutos, diferente do que acontece com paclobutrazol ou outros compostos mais estáveis. Na Europa, o registro de uso em macieiras permite o máximo de 250 g ha⁻¹ por safra, contando com um intervalo de 55 dias entre o final do tratamento e a colheita (RADEMACHER et al., 2004). No Brasil, o registro permite 320,1 g ha⁻¹ e 50 dias, respectivamente, sendo a macieira a única frutífera com registro aprovado (ADAPAR, 2015).

Como características eco-toxicológicas apresenta forte degradação fotoquímica, ausência de toxicidade para minhocas, peixes, pássaros e algas verdes, ação inofensiva para abelhas, muito fraca toxicidade aguda e crônica para o homem além da rápida degradação no meio ambiente pela rápida degradação no solo e na planta, não permanecendo mais que 24 horas em solos com boa atividade microbiana. Deste modo não se pode esperar efeitos reguladores de crescimento como resultado direto da aplicação no próximo ciclo de produção ao tratamento. (EVANS et al., 1999).

O PCa difere da maioria dos inibidores de giberelina, os quais atuam interferindo no primeiro estágio da biossíntese (reações de ciclização), na formação do ent-caureno (LO GIUDICE et al., 2004). Mouco et al. (2010) verificaram um efeito bem mais rápido no uso de PCa comparado a aplicações com CCC (cloreto de chlormequat), que inibem a conversão de geranil geranil difosfato para caureno, do primeiro grupo de inibidores de giberelinas, segundo Rademacher (2000), e também de PBZ (paclobutrazol), que inibem a passagem do caureno a GA12-aldeído, do segundo grupo.

A redução do crescimento vegetativo é o efeito principal e direto da aplicação do produto. Ocorre pela inibição de giberelinas ativas, como a GA₁, que desempenham um papel direto no alongamento (crescimento longitudinal) dos ramos (RADEMACHER et al., 2004; HAWERROTH; PETRI, 2014), deste modo a regulação do crescimento da parte aérea será reduzida pelo alongamento e não pelo número dos entrenós (HAWERROTH et al., 2012).

O controle do crescimento dos ramos é mais efetivo se o produto é aplicado desde o início do período de desenvolvimento vegetativo, quando os ramos ainda possuem poucos centímetros (HAWERROTH; PETRI, 2014), contanto que haja uma área foliar considerável, pois uma vez que as giberelinas se formam nos pontos de crescimento ativo o produto pode ter efeito inverso por inibir a degradação que ocorre pela 2 β -hidroxilação, intensificando o alongamento de ramos (RADEMACHER et al., 2004).

Segundo Sabatini et al. (2003), a aplicação de PCa pode aumentar a assimilação de CO₂, logo, a atividade fotossintética das plantas tratadas em até 50%. A melhoria das taxas fotossintéticas é decorrente do aumento da quantidade de clorofila por área foliar, do estímulo a abertura estomática, da maior eficiência do

uso da água e pela diminuição nas perdas respiratórias que resulta numa maior fotossíntese líquida.

Em relação às estruturas reprodutivas, as respostas são bem sensíveis à época de aplicação, mais precisamente à fenofase em que se encontra a planta e à concentração usada do produto, além das respostas variarem muito conforme a cultura e até mesmo entre as cultivares e as características do local de plantio.

Ainda há poucas pesquisas sob inibidores de giberelinas relacionadas a produção em videiras, principalmente com PCa. Para Rufato et al. (2014) os efeitos sob a composição da uva são geralmente positivos, porém, os efeitos nas características organolépticas do vinho ainda foram pouco estudadas.

A maior produção por maior quantidade e tamanho de cachos em videira, assim como maior massa, diâmetro de frutos e firmeza de polpa em macieiras e pereiras, vieram acompanhadas por menor teor de sólidos solúveis totais. A hipótese para diminuição do conteúdo de SST está relacionada ao aumento do conteúdo de água nos frutos e atraso na maturação comparada às plantas não tratadas (VILLAR et al., 2011; HAWERROTH et al., 2012).

O comprimento dos cachos de uva e o diâmetro das bagas também podem ser alterados. Cachos mais compridos com bagas menores, logo, menos compactos, resultando em menor massa média de cachos foram verificados no trabalho de Gardin et al. (2011). Lo Giudice et al. (2004) citaram o benefício de cachos menos compactos, favorecidos por PCa, que diminui consideravelmente a incidência e severidade de podridões causadas por *Botrytis cinerea*.

Pelo uso do produto a produtividade e a frutificação pode até diminuir (LO GIUDICE et al., 2004; RUFATO et al., 2014), porém, em videiras o decréscimo da produtividade não é sempre mal visto quando vem acompanhado de um acréscimo de qualidade, Lo Giudice et al. (2004) afirmaram que o produto pode agir de forma propositada, facilitando o “afinamento” (seleção), que normalmente é feito na hora da colheita e despende de tempo e mão de obra, trazendo então economia de custo de produção.

O acúmulo de nutrientes foi favorecido com o uso de PCa, assim como o acúmulo de nitrogênio (SABATINI et al., 2003), juntamente com melhor distribuição de fotoassimilados. A aplicação de PCa pode afetar o conteúdo de auxina no ápice do ramo, diminuindo os efeitos da dominância apical, sendo assim, há melhor translocação dos produtos da fotossíntese, o que favorece até a maior frutificação,

tamanho e qualidade dos frutos (RAMIREZ et al., 2006).

O PCa pode provocar alteração na biossíntese de flavonóides, apresentando efeitos benéficos demonstrados em várias pesquisas, pelo favorecimento ou indução de tolerância da planta contra doenças (SABATINI et al., 2003; RAMIREZ et al., 2010; RUFATO et al., 2014). A ação do produto faria com que alguns flavonóides agissem como fitoalexinas, por exemplo, induzindo a formação de luteoforol em pomáceas (SPINELLI et al., 2007).

Desse modo, a concentração de antocianinas pode sofrer alterações influenciadas pelo produto, podendo ter sua concentração aumentada (LO GIUDICE et al., 2004; BRIGHENTI et al., 2013), ou diminuída em caso de aplicação de altas doses. A inibição pode ocorrer devido a biossíntese de antocianidinas depender de enzimas dioxigenases que usam o 2- oxoglutarato como co-substrato, em particular flavanona 3-hidroxilase, sendo alvo do produto pela semelhança de estrutura química (RADEMACHER, 2000; RADEMACHER et al., 2006).

Há hipótese que a síntese de vitamina C seja favorecida pela aplicação de PCa, devido à maior atividade peroxidase e catalase verificada em frutos de tomate (RAMIREZ et al., 2010).

A redução da produção do etileno pode estar associada ao tratamento com PCa (RADEMACHER, 2000; LO GIUDICE et al., 2004; RADEMACHER et al., 2006), isso porque a conversão do ácido aminociclopropanocarboxílico (ACC) em etileno é catalisada pela ACCoxidase, uma dioxigenase que precisa do ácido 2-oxoglutárico como co-substrato, sendo assim, o produto compete pelo sítio ativo e inibe a produção do hormônio. O menor índice de queda de frutos jovens e o aumento da frutificação efetiva frequentemente encontrada em plantas pomáceas tratadas com PCa pode ser resultado da redução da formação de etileno (RADEMACHER et al.; 2006).

2.4 FENOLOGIA

A fenologia é o estudo da duração das fases do ciclo de desenvolvimento da cultura em relação ao clima, principalmente às variações estacionais (PEDRO JÚNIOR et al., 1993).

O estudo permite conhecer e compreender o comportamento da planta em diversas condições ambientais, permitindo expandir o cultivo da espécie em regiões

não tradicionais e a produção de uva em épocas distintas das grandes regiões produtoras (RADUNZ et al., 2015).

Em nível de campo, auxilia o vitivicultor a um melhor planejamento da safra reduzindo custos de produção, otimiza os tratos culturais pela possibilidade de prever o desenvolvimento da cultura e as épocas em que será necessária maior demanda de mão de obra, também torna mais racional os gastos com insumos e defensivos agrícolas (PEDRO JÚNIOR et al., 1993; RADUNZ et al., 2015).

A duração dos subperíodos do ciclo é condicionada à disponibilidade térmica (temperatura do ar) (PEDRO JÚNIOR et al., 1993), uma quantidade constante de energia é necessária para completar os diferentes estádios fenológicos. Essa necessidade térmica é avaliada em conjunto com a fenologia, denominada graus-dia (GD). Consiste na soma da temperatura, acima de um valor base ($T_b = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) necessária para que a planta cumpra uma etapa do ciclo fenológico. Apesar de simples, esse índice biometeorológico tem sido muito utilizado, por ser mais confiável que considerar o período em dias somente (PEDRO JÚNIOR et al., 2014).

O estudo da fenologia e da exigência térmica se faz necessário devido a alta sensibilidade da cultura a variações macro e microclimáticas, o que causa a mudança de comportamento fenológico e do acúmulo térmico necessário para completar seu ciclo, influenciando diretamente no crescimento, desenvolvimento e nas características produtivas da planta (RADUNZ et al., 2015). O GD é dependente das condições climáticas do local estudado, não podendo ser extrapolado para regiões distintas (PEDRO JÚNIOR et al., 1993).

O acúmulo de graus-dia, após a data de 'veraison', também pode auxiliar na estimativa do teor de sólidos solúveis e da acidez total titulável, com base em equações polinomiais de segunda ordem, o que auxilia na estimativa da data da colheita (PEDRO JÚNIOR et al., 2014).

A videira apresenta ciclos vegetativos sucessivos intercalados por períodos de repouso, isso exceto quando é cultivada em regiões tropicais. O ciclo da videira pode ser subdividido em quatro subperíodos principais: o que inicia na brotação e vai até o fim do crescimento, chamado de período de crescimento; o que inicia na floração e se estende até a maturação dos frutos, chamado de período reprodutivo; o da parada do crescimento à maturação dos ramos, chamado de período de amadurecimento dos tecidos; e o de repouso vegetativo, chamado de dormência.

Esses períodos são interdependentes, e se sucedem de modo que cada um depende daquele que o precede (MANDELLI et al., 2003; SCARPARE, 2007).

O ciclo fenológico da videira tem início com a saída do repouso vegetativo, denominado quebra da dormência. Após superar o repouso hibernar, a videira inicia a atividade do sistema radicial por elevação da temperatura do solo, há reativação das atividades metabólicas, como respiração, absorção de água e nutrientes, além da solubilização das reservas para nutrir as novas brotações (SCARPARE, 2007).

A brotação, que ocorre graças às reservas acumuladas no ciclo vegetativo anterior, essas reservas são utilizadas até que novos tecidos formados se tornem aptos a realizar fotossíntese e produzir suas próprias energias (MANDELLI et al., 2003; SCARPARE, 2007).

A formação das flores tem início antes da visualização da inflorescência, quando a gema ainda encontra-se como ponta verde, porém, a indução floral ocorre na safra anterior. Nos primeiros estádios fenológicos a inflorescência não pode ser vista por estar envolvida entre as folhas em formação e é nesta fase que o primórdio de inflorescência (formado na safra anterior) evolui para inflorescência. Quando a inflorescência torna-se visível, as flores ainda estão aglomeradas, posteriormente irão se separar por ramificações ao longo da inflorescência. Nessa fase seus órgãos reprodutores ainda são imaturos, somente após a maturação do gineceu e dos estames é que ocorre então o florescimento (SOUZA, 2013).

O desenvolvimento das inflorescências conclui-se com a floração, com a antese das primeiras flores. No momento da floração, as caliptras se desprendem do cálice para expor os órgãos reprodutores para que haja polinização (SOUZA, 2013). A floração ocorre somente na transição da primavera para o verão, quando há o aumento da temperatura média dos dias (VALDUGA, 2005).

Com a fecundação, inicia-se o processo de desenvolvimento das bagas, o tegumento do óvulo se desenvolve para formar a semente e o ovário inicia seu desenvolvimento por estímulos hormonais. O desenvolvimento das bagas pode ser dividido em dois períodos: no primeiro período as bagas passam por um processo de intensa multiplicação celular e aumentam rapidamente de volume, neste há também o endurecimento das sementes; no segundo período há efetivamente a maturação da baga, pela mudança de coloração (*veraison*) e com o acúmulo de açúcares e de compostos fenólicos além da decomposição de ácidos (VALDUGA, 2005; CONDE et al., 2007; SCARPARE, 2007).

Após a maturação dos frutos inicia-se a fase de acúmulo de reservas, que serão essenciais para a brotação do ano seguinte. Com a redução do fotoperíodo associado a queda da temperatura a planta inicia o repouso vegetativo, há então a queda das folhas e a entrada do período de dormência. Até a colheita, o principal dreno é o cacho de uva, após a colheita, todos os tecidos lenhosos de armazenamento se tornam drenos principais, principalmente as raízes (COSTA, 2015).

2.5 CURVA DE MATURAÇÃO

A determinação da curva de maturação para cultivares de uvas destinadas a vinificação tem sido uma importante ferramenta utilizada para melhorar a qualidade do produto colhido, pois permite um conhecido aprimorado da evolução da maturação das bagas em diferentes regiões de cultivo (PEDRO JÚNIOR et al., 2014), uma vez que o clima é um fator predominante no acúmulo de açúcares das bagas (PEDRO JÚNIOR et al., 1997).

A curva de maturação é um suporte para o desenvolvimento de métodos para a estimativa do teor de sólidos solúveis com base em dados meteorológicos. São dados frequentemente utilizados para avaliar o teor de açúcar no dia da colheita ou previsão da data conforme a época em que o acúmulo de sólidos solúveis atinge níveis adequados à vinificação (PEDRO JÚNIOR et al., 1997).

O período de maturação abrange o intervalo entre mudança de coloração das bagas até o momento da colheita, durando de 30 a 70 dias, conforme cultivar e região de cultivo (SACHI; BIASI, 2008). É uma etapa crucial para determinação da qualidade enológica, pois é quando ocorre a síntese, degradação e translocação de açúcares, terpenos, antocianinas, taninos e ácidos orgânicos. Nesse momento, quaisquer injúrias causadas por fatores climáticos, doenças ou pragas, poderão afetar diretamente a qualidade das bagas (CONDE et al., 2007; SCARPARE, 2007).

O ponto de colheita da uva e os critérios utilizados para tomada de decisão são definidos de acordo com a finalidade a que se destinará a produção. É uma decisão minuciosa por se tratar de uma fruta não climatérica, que não evolui em maturação após ter se desligado da planta devido à baixa taxa respiratória, o que estabiliza a quantidade de açúcares e ácidos. Nesse sentido, acompanhar a maturação permite colher os frutos no momento adequado à máxima expressão do

seu potencial de qualidade nas condições particulares da safra e da região em questão (SACHI; BIASI, 2008).

Os atributos de qualidade acompanhados na evolução da maturação são quantidade de açúcares e ácidos orgânicos, expressos por sólidos solúveis totais e acidez total titulável, respectivamente (BORGHEZAN, 2010).

Como cada baga é um fruto independente, que em conjunto formam o cacho, uma infrutescência, deve-se atentar na coleta da amostragem adequada, afinal não há sincronia de processos bioquímicos, havendo variações conforme a posição da baga no cacho. A amostragem adequada consiste na coleta de bagas em todas as posições do cacho (terços superior, médio e inferior) (BORGHEZAN, 2010).

Durante o amadurecimento das bagas, ocorrem rápidas alterações na relação ácido e açúcar, assim também como na acidez, que são determinantes para qualidade da uva e do vinho. O açúcar é o componente essencial para a fermentação, sendo responsável pelo teor de álcool do vinho a partir da transformação realizada pelas leveduras. Os ácidos orgânicos e a acidez condicionam a estabilidade biológica, a cor e as características gustativas dos vinhos (VALDUGA, 2005; FAVERO, 2011).

Os açúcares acumulados na baga são derivados de órgãos verdes da planta, fotossinteticamente ativos. Dessa forma, a vegetação da planta e as condições climáticas interferem na qualidade das uvas (VALDUGA, 2005).

Os açúcares se localizam, principalmente, na polpa e são compostos por hexoses provenientes da sacarose, que sofrem hidrólise após serem translocadas para a polpa, formando glicose e frutose, predominantemente (VALDUGA, 2005; FAVERO, 2011). Ao longo do ciclo da maturação, os teores de açúcar variam. No início o açúcar majoritário é a glicose, com o avanço da maturação a quantidade de frutose aumenta, diminuindo a relação glicose/frutose, até o ponto de equivalência entre os açúcares, denominado maturação tecnológica. Após esse período o açúcar predominante se torna a frutose. O acúmulo de açúcares ocorre lentamente até o *veraison*, após esse período adquire um ritmo acelerado. Quanto mais longo o período de maturação, se o mesmo for acompanhado de condições climáticas adequadas (dias quentes e ensolarados), há maior chance de ocorrer o maior acúmulo de açúcares nas bagas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do produto final (FAVERO, 2011).

Ao contrário dos açúcares, que aumentam com o decorrer da maturação, os ácidos sofrem degradação, diminuindo então sua quantidade na baga. Os ácidos málico e tartárico são os ácidos orgânicos presentes em maior quantidade, responsáveis, geralmente, por 69 a 92% de todos os ácidos. Outros também são presentes, mas em menor quantidade, como ácido cítrico, succínico, láctico e acético. O nível adequado da presença de ácidos orgânicos é determinante para um vinho de boa qualidade (CONDE et al., 2007).

A diminuição da acidez durante o período de maturação pode ocorrer devido a: migração de bases, sendo o potássio o elemento majoritário na neutralização de ácidos livres da baga; combustão respiratória, sendo o ácido málico o principal substrato, e; diluição dos ácidos nas bagas, a partir da entrada de água intracelular (FAVERO, 2011).

A concentração dos ácidos é variável conforme as cultivares, manejo da vegetação, condição nutricional do solo, safras e condições ambientais. A temperatura e os níveis de potássio influenciam na metabolização do ácido málico, tornando sua degradação mais lenta em condições de temperatura amena, e aumentando sua concentração conforme maior o nível de K (BORGHEZAN, 2010).

A concentração de ácidos também é variável conforme o subperíodo da maturação. No início, a quantidade de ácido málico sofre uma redução significativa, enquanto a concentração de ácido tartárico é diluída minimamente, se tornando quase três vezes maior que a quantidade de ácido málico no momento da colheita (CONDE et al., 2007).

O ácido málico é diminuído principalmente pela respiração. Em condições de temperaturas baixas, o substrato consumido é o açúcar, já em temperaturas elevadas, o substrato da respiração é o ácido málico. Já o ácido tartárico tem seu teor diminuído por diluição, pela entrada de água intracelular para expansão da baga (FAVERO, 2011).

O pH é dependente da concentração dos ácidos orgânicos e da concentração de cátions, principalmente de potássio. O aumento gradual do pH ao longo da maturação reflete a formação de sais ácidos a partir do ácido livre. A temperatura durante a maturação influencia diretamente a relação entre sais ácidos e ácido livre (FAVERO, 2011).

REFERÊNCIAS

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Agrotóxicos no Paraná. Disponível em:
<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Outros/viviful_.pdf>.
Acesso em Dez 2015.

BORGHEZAN, M. **Comportamento ecofisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.) cultivada em São Joaquim, Santa Catarina: área foliar, crescimento vegetativo, composição da uva e qualidade sensorial dos vinhos**. 226p. Tese (Doutor em ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F.A.; SILVA, A.L.da. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.4, p.398-405, 2011.

BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. P.; CAMPOS, C. G. C. Phenology and vegetative growth in a new production region of grapevines: case study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v.4, n.6, p. 321-335, 2014.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M. Efeitos do Cycocel na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Itália (*Vitis vinifera* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.1, p.78-81, 2004b.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M. Influencia do ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.4, p. 439-443, 2004c.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; MERCER, R. M.; KERNISKI, S. Efeitos do paclobutrazol na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.2, p. 345-347, 2004a.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1162-1167, 2013.

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MADEIRA, F. C. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de ‘Merlot’ sobre os porta-enxertos ‘Paulsen 1103’ e ‘Couderc 3309’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.1, p. 019-026, 2010.

CAMILI, E. C. **Ação de biorreguladores na brotação, produção e algumas características físico-químicas de uva cultivar Superior Seedless**. 206p. Tese (Doutor em agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.

CHAVARRIA, G.; ROSA, W. P. da.; HOFFMANN, L.; DURIGON, M. R. Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 583-588, 2015.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUZA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.

COSTA, T. V. da. **Desenvolvimento da videira ‘Niagara Rosada’ submetida a diferentes frequências de poda de produção em clima Cwa**. 104p. Tese (Doutor em ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

DAVIES P.J. Plant hormones. **Biosynthesis, signal transduction, action!** Editora Kluwer Academic Publisher. 3ªed, 718p., 2004.

DAYAN, J.; VORONIN, N.; GONG, F.; SUN, T.; HEDDEN, P.; FROMM, H.; ALONI, R. Leaf-induced gibberellins signaling is essential for internode elongation, cambial activity, and fiber differentiation in tobacco stems. **The Plant Cell**, vol. 24, p. 66-79, 2012.

DRY, P. R.; LOVEYS, B. R. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. **Australian journal of grape and wine research**, v. 4, n. 3, p. 140-148, 1998.

EVANS, J. R.; EVANS, R. R.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, prohexadione-calcium. **HortScience**, v.34, n.7, p. 1200-1201, 1999.

FALCÃO, L.D.; CHAVES, E.S.; BURIN, V.M.; FALCÃO, A.P.; GRIS, E.F.; BONIN, V.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.35, p.271-282, 2008.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dados estatísticos. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>>. Acesso em Abr 2016.

FAVERO, A.C. **Variação de fators bióticos e abióticos na resposta fisiológica das plantas e qualidade dos frutos da videira ‘Syrah’**. 116p. Tese (Doutor em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FIGUEIREDO, A. S. T.; MEERT, L.; PAULA, J. T. de; RESENDE, J. T. V. de; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Comportamento de plantas de tomateiro indeterminado na presença de regulador de crescimento. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v.10, n.1, p. 31-40, 2015.

GARDIN, J. P. P.; SCHUMACHER, R. L.; MACEDO, J. G.; BETTONI, J. C. Inibição de giberelina com aplicação de “prohexadione-ca” influencia nas características físicas das uvas Cabernet Sauvignon. **XII Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado**, Fraiburgo, SC. 2011.

GIOVANNINI, E. **Manual de viticultura**. Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia. Editora Bookman, 264p., 2013.

IBRAVIN. Instituto brasileiro do vinho. Dados estatísticos. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br/Dados-Estatisticos>>. Acesso em Abr 2016.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. Crescimento vegetativo de macieiras 'Fuji Suprema' sob influencia da época de aplicação de prohexadione de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 373-380, 2014.

HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; FACHINELLO, J. C.; HERTER, F. G.; PREZOTTO, M. E.; HASS, L. B.; PRETTO, A. Redução da poda hiberna e aumento da produção de pereiras 'Hosui' pelo uso de prohexadione cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p. 939-947, 2012.

JONASSI FILHO, W. Prefeitura municipal de Palmeira. Produtores de uva antecipam colheita devido ao mau tempo. Disponível em: <http://www.palmeira.pr.gov.br/noticias/produtores-de-uva-antecipam-colheita-devido-ao-mau-tempo>>. Acesso em Abr 2016.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan, 2ªed, 431p., 2012.

KLIEVER, W. M. **Fisiologia da videira: como produz açúcar uma videira?** Trad. POMMER, C. V.; PASSOS, I. R. P. Campinas: Instituto Agrônômico, 20p., 1990.

LEÃO, P. C. de S; BRANDAO, E. O.; GONCALVES, N. P. da S. Produção e qualidade de uvas de mesa 'Sugraone' sobre diferentes porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1526-1531, 2011.

LEEUEWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.55, p.207-217, 2004.

LO GIUDICE, D. **The impact of prohexadione-calcium on grape vegetative and reproductive development and wine chemistry**. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 2002.

LO GIUDICE, D., WOLF, T.K; MARINI, R.P. Vegetative response of *Vitis vinifera* to prohexadione-calcium. **HortScience**, v.38, p.1435-1438, 2003.

LO GIUDICE, D.; WOLF, T.K; ZOECKLEIN, B. Effects of prohexadione-calcium on grape yield components and fruit and wine composition. **American Society for Enology and Viticulture**, v. 55, n.1, p. 73-83, 2004.

MANDELLI, F.; BERLATO, M. A.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.9, n. 1-2, p. 129-144, 2003.

MELLO, L. M. R. de. Panorama da vitivinicultura brasileira 2014. Hortifruti, 2015. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/pdf/PanoramadaVitiviniculturabrasileira2014abr2015.pdf>>. Acesso em Abr 2016.

MIELE, A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetativo e seu efeito nos componentes de produção da videira Merlot. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p. 964-973, 2012.

MONACO NETO, L. C. **Desenvolvimento de videira 'Niagara Rosada' podada em diferentes épocas**. 65p. Dissertação (Mestre em ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MOTA, R. V.; SOUZA, C. R.; SILVA, C. P. C.; FREITAS, G. F. de; SHIGA, T. M.; PURGATTO, E.; LAJOLO, F. M.; REGINA, M. de A. Biochemical and agronomical responses of grapevines to alteration of source-sink ratio by cluster thinning and shoot trimming. **Bragantia**, v.69, n.1, p. 17-25, 2010.

MOUCO, M. A. do C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores da síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira 'Tommy Atkins'. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.273-279, 2010.

PEDRO JR. M. J.; SENTELHAS, P. C.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P.; GALLO, P. B.; SANTOS, R. R. dos S.; BOVI, V.; SABINO, J.C. Caracterização fenológica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, v. 52, n. 2, p. 153-160, 1993.

PEDRO JÚNIOR, M. J., POMMER, C. V., MARTINS, F. P. Curvas de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis para a videira 'Niagara Rosada' com base em dados meteorológicos. **Bragantia**, v.56, n. 2, p. 317-321, 1997.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L.; BLAIN, G. C.; CAMPAROTTO, L. B. Curva de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis e acidez total em função de graus-dia: Uva IAC 138-22 'Máximo'. **Bragantia**, v.73, n. 1, p.81-85, 2014.

PINTO, L. K, de A.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D. D.; THIEBAUT, J. T. L. Activity of pectinmethylesterase and β -galactosidase during the ripening of papaya fruits cv. Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 713-722, 2011.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A. Vitivinicultura brasileira: panorama setorial de 2010. Brasília, DF: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN. **Embrapa Uva e Vinho**, 110p, 2011.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual review of plant biology**, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RADEMACHER, W.; SAARLOOS, K. V.; PORTE, J. A. G.; FORCADES, F. R.; SENECHAL, Y.; ANDREOTTI, C.; SPINELLI, F.; SABATINI, E.; COSTA, G. Impact of Prohexadione-Ca on the vegetative and reproductive performance of Apple and pear trees. **HortScience**, v. 69, n.6, 2004.

RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA, G. Prohexadione-Ca: Modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 97-106, 2006.

RADUNZ, A. L.; SCHOFFEL, E.R.; BORGES, C. T.; MALGARIM, M. B.; POTTER, G. H. Necessidades térmicas de videiras na região da Campanha do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.626-632, 2015.

RAMIREZ, H.; ALONSO, S.; BENAVIDES, A. Prohexadione-ca modifies growth and endogenous hormones in the shoot apex in apple trees. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 117, 2006.

RAMIREZ, H.; HERRERA-GÁMEZ, B.; BENAVIDES-MENDOZA, A. Prohexadione de calcio incrementa la capacidad antioxidante, el contenido de licopeno y la actividad enzimática en frutos de tomate Floradade. **Revista Chapingo. Serie horticultura**, v. 16, n. 3, p. 155-160, 2010.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p156-161, 2003.

RUFATO, L.; BRIGHENTI, T. A.; BEM, B. P.; ALLEBRANDT, R.; SOUZA, D. S.; BRUNA, D. D.; MARCON FILHO, J. L. Effects of prohexadione-calcium on yield components and fruit composition of Cabernet Sauvignon in Southern Brazil. **37th OIV Congress**, Argentina, 2014.

SABATINI, E. M.; NOFERINI, G.; FIORI, L.; CORELLI G.; COSTA G. Prohexadione-Ca positively affects gas exchanges and chlorophyll content of apple and pear trees. **HortScience**, v. 68, n.3, p. 123-128, 2003.

SACHI, A. de T.; BIASI, L. A. Maturação dos frutos de quatro cultivares de uvas muscadínias em Pinhais, PR. **Scientia Agraria**, v.9, n.2, p. 255-260, 2008.

SANTOS, C. M. G. **Fisiologia e metabolismo da videira cv. Syrah no Submédio do Vale do São Francisco sob três estratégias de irrigação**. 143 f. Tese (Doutor em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Campus Botucatu, Botucatu, 2012.

SANTOS, D. S. dos. **Influência da temperatura, ácido giberélico e cálcio no desenvolvimento de segmentos nodais in vitro da bromélia ornamental *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.)**. 94p. Tese (Doutor em biodiversidade vegetal). Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2014.

SCARPARE, F. V. **Determinação de índices biometeorológicos da videira ‘Niagara Rosada’ (*Vitis labrusca* L.) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo**. 76p. Dissertação (Mestre em agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SILVA, R. A., OLIVEIRA, L. S. de; FOGAÇA, J. J. N. L.; FARIA, M. P. R.; MATSUMOTO, S. N. Alterações morfológicas na cultura do algodão em função da aplicação de paclobutrazol. **Scientia Plena**, v.10, n.9, 2014.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. **A Vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Editora EMBRAPA, 1ª ed., 756p., 2009.

SOUZA, C. R.; SOARES, A. M.; REGINA, M. de A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, 2001.

SOUZA, G. M. **Desenvolvimento e morfologia de inflorescências em videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.)**. 105p. Tese (Doutor em produção vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

SPINELLI, F.; VANNESTE, J.L.; CIAMPOLINI, F.; CRESTI, M.; RADEMACHER, W.; GEIDER, K.; COSTA, G. Potential and limits of acylcyclohexanediones for the control of blossom blight in apple and pear caused by *Erwinia amylovora*. **Plant Pathology**, v.56, p.702-710, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Editora Artmed, 4ªed, 820 p., 2009.

THOMAS, S. G.; RIEU, I.; STEBER, C. M. Gibberellin metabolism and signaling. **Vitamins & Hormones**, v. 72, p. 289-338, 2005.

TOMAZETTI, T.C.; ROSSAROLLA, M.D.; ZEIST, A.R.; GIACOBBO, C.L.; WELTER, L.J.; ALBERTO, C.M. Fenologia e acúmulo térmico em videiras viníferas na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p. 1033-1041, 2015.

UVIBRA. União brasileira de vitivinicultura. Dados estatísticos. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos.htm>. Acesso em Abr 2016.

VALDUGA, L. **Avaliação da utilização do processo de passificação parcial para aumentar a quantidade de açúcares em uvas da variedade Cabernet Sauvignon**. Tecnólogo em Viticultura e Enologia. Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves. 2005.

VILLAR, L.; BRIGHENTI, A. F.; CIPRIANI, R.; SILVA, A. L. da. Prohexadiona de cálcio e a redução do vigor, produtividade e qualidade da uva Grano D'oro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 536-540, 2011.

WINKLER, A.; COOK, J.; KIEWER W.; LIDER, L. **General Viticulture**. 710 pp. University of California Press, Berkeley. 1974

ZALAMENA, J.; CASSOL, P. C.; BRUNETTO, G.; PANISSON, J.; MARCON FILHO, J. L. M.; SCHLEMPER, C. Produtividade e composição de uva e de vinho de videiras consorciadas com plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 182-189, 2013.

ZAPATA, C., AUDRAN J. C., MAGNE, C. Grapevine culture in trenches. II. Reproductive characteristics and interaction with vegetative growth. **Journal International Sciences de la Vigne et du Vin**. v.37, p. 85–90, 2003.

3 CRESCIMENTO VEGETATIVO E PRODUÇÃO DE VIDEIRA CV. MERLOT TRATADAS COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO

RESUMO

O adequado equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de uma planta é fundamental para uma boa produtividade. Uma forma de controlar o crescimento das plantas é com o uso de produtos químicos inibidores de giberelinas, um método bem conhecido e satisfatório na cultura da macieira, mas ainda pouco estudado em videiras. O Prohexadione de cálcio (PCa) é um inibidor de giberelinas da classe dos aciclohexadiones, que bloqueia a etapa final da biossíntese por um período temporário. A pesquisa objetivou encontrar a concentração e o modo de aplicação mais adequado do PCa em videiras cv. Merlot, no município de Campo Largo, PR. O parreiral foi implantado em 2007 e o experimento foi avaliado nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Os tratamentos foram constituídos pela aplicação de PCa em dose única ou parcelada nas concentrações de 125, 250 e 375 mg L⁻¹. A pulverização da dose única e a primeira da parcelada foram aplicadas próximas do florescimento, e a segunda aplicação parcelada foi realizada cerca de um mês após a primeira. O crescimento vegetativo foi avaliado pelo comprimento dos ramos e pela massa seca de ramos e folhas oriunda da poda. Também foram avaliadas a produção e as características biométricas dos cachos. O PCa apresentou efeito contrário ao esperado, aumentando o crescimento dos ramos em cerca de 20% quando aplicado na concentração de 375 mg L⁻¹. Não foram observados efeitos significativos do PCa sobre a produção e características físicas e químicas dos cachos. O PCa não apresenta efeito retardante de crescimento para a videira 'Merlot' nas condições testadas. O modo de aplicação (única ou parcelada) não apresenta diferença. O incremento no crescimento devido a aplicação do produto não afeta a produção e a qualidade da uva.

Palavras-chave: Viviful®. *Vitis vinifera*. Regulador de crescimento. Inibidores de giberelinas

VEGETATIVE GROWTH AND PRODUCTION OF 'MERLOT' GRAPEVINE TREATED WITH PROHEXADIONE-CALCIUM

ABSTRACT

Appropriate balance between vegetative and reproductive grapevine development is essential for satisfactory productivity. A way to reduce vegetative growth of grapevines is using chemicals products growth-retarding activity by inhibition gibberellins biosynthesis, well know method and with successful outcome in apple trees, but it's still little studied in grapevines. The Prohexadione-calcium (PCa) is an inhibitor of gibberellins biosynthesis and belongs to acyclohexanediones group, interfere with the late steps of biosynthesis for a temporary period. The objective of this research was to find the better concentration and application mode in cv. Merlot grapevines, in Campo Largo, PR. The vineyard was implanted in 2007, and the research was conducted during 2014/2015 and 2015/2016 crops. The treatments were composed by single or parceled application PCa, the concentrations were 125, 250 and 375 mg L⁻¹. The single spray and the first of parceled spray were applied close to full bloom, and, the second spray approximately 30 days after. The growth vegetative was evaluated for shoot length and dry mass summer pruning. It was also evaluated production and clusters biometrics attributes. PCa showed opposite effect that was expected, increasing the shoot growth in approximately 20% when applied 375 mg L⁻¹. There weren't any significant effects on production and clusters biometrics attributes. PCa did not show any effect in growth retard for 'Merlot' grapevine in conditions evaluated. The application mode (single or parceled) didn't impact in growth of vegetative cycle. The higher vegetative development increased by PCa didn't impact in productions performances.

Key words: Viviful®. *Vitis vinifera*. Growth regulator. Inhibiting gibberellins biosynthesis

3.1 INTRODUÇÃO

O fluxo de crescimento da videira sofre influência direta das condições edafoclimáticas a qual está exposta, o que afeta significativamente o desempenho produtivo (BORGHEZAN et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2014). As videiras podem crescer excessivamente quando cultivadas em condições favoráveis (VILLAR et al., 2011; BORGHEZAN et al., 2011; MIELE; MANDELLI, 2012) como as da Região Metropolitana de Curitiba, que apresenta temperaturas elevadas e altos índices pluviométricos durante o ciclo vegetativo, além das condições de alta fertilidade dos solos.

O excesso de vegetação causa um desequilíbrio na planta e vem acompanhado de uma série de prejuízos, diretamente relacionado ao menor arejamento e menor interceptação de luz na copa, como necrose e menor fertilidade de gemas (BOTELHO et al., 2004a; 2004b; 2004c), danos no desenvolvimento e fecundação das inflorescências (CAMILI, 2007; ZALAMENA et al., 2013), maior ataque de pragas e doenças (HAWERROTH; PETRI, 2014), desenvolvimento e maturação desuniforme dos frutos, maior competição por fotoassimilados (DRY; LOVEYS, 1998; CAMILI, 2007), menor qualidade do fruto pela redução de sólidos solúveis totais, elevação da acidez total titulável, redução do pH e baixa concentração de compostos fenólicos como antocianinas (DRY; LOVEYS, 1998; LO GIUDICE, 2002).

Em busca do reequilíbrio, com propósito de manter uma relação fonte-dreno adequada, os viticultores precisam lançar mão de tratos culturais como a poda verde, demandando maior mão de obra (escassa no cenário atual) e maior custo de produção para realização de tratos culturais (VILLAR et al., 2011; HAWERROTH; PETRI, 2014).

Nesse contexto, pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de reduzir o vigor excessivo com o auxílio de produtos químicos, a fim de substituir a poda verde ou pelo menos minimizar a quantidade de material a ser podado, auxiliando na redução de custos e na necessidade de mão de obra.

O prohexadione de cálcio (PCa) é um produto da classe dos ciclohexanetriones, regulador do crescimento de plantas por afetar a etapa final da biossíntese de giberelinas (GAs). O produto possui estrutura similar ao ácido 2-oxoglutárico, que é um co-substrato para dioxigenases realizarem as etapas de hidroxilação. Por inibir a 3 β -hidroxilação, não há conversão de GAs inativas para ativas, o que causa acúmulo da forma inativa por um período temporário, variável entre as espécies (RADEMACHER et al., 2006).

As GAs ativas atuam na divisão e no alongamento principalmente de células do meristema intercalar. A promoção do crescimento ocorre majoritariamente pelo aumento do tamanho das células já existentes ou recentemente divididas, o que provoca um acentuado alongamento internodal (DAVIES, 2004; THOMAS et al., 2005; TAIZ; ZEIGER, 2009). Nesse sentido, plantas que recebem aplicação de PCa devem apresentar menor comprimento de ramos, acompanhado pelo menor

comprimento de entre-nós, conseqüentemente devem apresentar menor quantidade de massa seca do material recolhido das podas.

A eficácia do produto está relacionada ao padrão sazonal de crescimento dos ramos (HAWERROTH et al., 2012), que varia de acordo com as cultivares copa e porta-enxerto, vigor, manejo e condições edafoclimáticas às quais a planta está exposta. A cv. Merlot encontra-se no segundo lugar em volume de produção entre as cultivares de *Vitis vinifera* L. tintas (RIZZON; MIELE, 2003), sendo reconhecida mundialmente pelos seus vinhos varietais.

Somado ao fato de haver poucas pesquisas relacionadas ao uso de PCa em videiras, o objetivo deste trabalho foi encontrar a melhor concentração e forma de aplicação do produto, que permitisse a redução vegetativa sem prejudicar o desempenho produtivo do vinhedo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um vinhedo comercial (ANEXOS 7 e 8) localizado no município de Campo Largo-Paraná (25°23'52,8"S e 49°30'12,96"W, 979 m). O município faz parte da Região Metropolitana de Curitiba, aproximadamente a 30 km de distância da capital. Com relevo suave, faz parte do primeiro planalto do Paraná.

O clima da região é classificado como Cfb, segundo Koppen, com as estações de inverno e verão bem definidas, apresentando precipitações abundantes e de ocorrência em todos os meses do ano. O verão é fresco e úmido (mais úmido que o inverno) com temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida, o inverno tem possibilidade de geadas severas, sendo a temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C.

O solo do vinhedo é classificado com alto teor de matéria orgânica, >5% conforme análise química de solo (CQFS-RS/SC, 2004). A quantidade elevada de matéria orgânica está associada ao histórico da área, que recebeu durante anos esterco bovino proveniente da pecuária leiteira, que era a atividade principal, motivo pelo qual não foram realizadas adubações de manutenção no vinhedo. Nas linhas e entrelinhas do vinhedo, a vegetação espontânea predominante era o trevo branco (*Trifolium repens* L.).

O vinhedo foi implantado em 2007 com a cultivar Merlot enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, sustentado em espaldeira com 3 arames, sendo o primeiro fio a 1 m do solo. A densidade de plantio foi de 3.086 plantas.hectare⁻¹, com espaçamento 1,2 m entre plantas e 2,7 m entre linhas. As videiras foram conduzidas por cordão esporonado simples, e o manejo do vinhedo seguiu as recomendações do técnico agrícola responsável.

O experimento foi conduzido nas safras 2014/2015 e 2015/2016. Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes concentrações de prohexadione de cálcio (0 mg L⁻¹, 125 mg L⁻¹, 250 mg L⁻¹ e 375 mg L⁻¹), aplicado como Viviful® (27,5% de prohexadione de cálcio), produto comercializado pela IHARA. As concentrações foram combinadas a dois modos de aplicação: aplicação única e aplicação parcelada, formando um fatorial 4x2, delineado por blocos ao acaso (DBA), contendo 5 blocos com 3 plantas por parcela, sendo a central considerada a planta útil para avaliação.

A pulverização foi realizada no momento do florescimento pleno (estádio fenológico 65, segundo escala da BBCH (LORENZ et al., 1995), quando 50% das flores estavam abertas), na primeira safra, e quando a inflorescência estava no estágio de 'amora' (estádio fenológico 55 - inflorescência inchada, flores fechadas e ainda unidas) na segunda safra (ANEXO 1). Para plantas que receberam aplicação parcelada, o momento da segunda aplicação foi 35 dias depois da primeira, na primeira safra, e 28 dias depois da primeira, na segunda safra, respectivamente nas datas: 23/10 e 29/11/2014, 01/10 e 29/10/2015.

Para aplicação do produto foi utilizado um equipamento de pulverização costal pressurizado a CO₂, munido de um bico leque plano 110° (Guarany, 03F110), com pressão constante de 40 lb. A aplicação foi realizada nos dois lados da copa, até o 'ponto de gotejamento', aumentando o volume de aplicação conforme aumentou a vegetação, sendo uniforme entre os tratamentos em cada data de aplicação. Para evitar contaminação entre os tratamentos a planta foi cercada com uma cortina feita de lona plástica.

O momento da pulverização foi de acordo com as recomendações do fabricante: pulverizados no início da manhã ou no final da tarde, nos momentos mais frescos do dia, quando não havia probabilidade de chuva para as próximas 24 horas.

A calda foi feita com água deionizada para evitar que cátions desativassem o produto (BYERS et al., 2000; RADEMACHER; KOBER, 2003). Para melhor adesão

das gotas, foi adicionado a calda um adjuvante do mesmo fabricante, IHARAGUEN-S, com uma concentração de 0,1 mL por litro de calda.

O manejo do pomar teve início pela poda de frutificação no dia 15/08/2014 e 10/08/2015, na primeira e segunda safra, respectivamente. A quebra da dormência foi realizada pela aplicação de Dormex® a 4% nos dias 18/08/2014 e 13/08/2015. O manejo da copa (poda verde) foi distinto entre as safras. Na primeira safra foram realizadas 2 desfolhas (10/11/2014 e 13/01/2014), sendo a primeira com desnetamento, e 1 desponete (15/12/2014). Na segunda safra ocorreram 2 desfolhas e 2 desponetes (18/11/2015 e 06/01/2016), a desfolha foi realizada no mesmo momento do desponete (ANEXOS 2 e 3). A poda seca da primeira safra foi realizada em 16/03/2015, devido a decisão de erradicação de parte do pomar.

Além as aplicações convencionais de fungicidas e inseticidas, o manejo do parreiral também incluiu aplicações de um produto com efeito bioestimulante (TERRA-SORB complex) no início da brotação, e de cinco aplicações de cálcio e boro ao longo da florada, via produto comercial CaB (8% Ca, 2% B).

O TERRA-SORB complex é um fertilizante foliar (5,5% N, 0,5% Mg, 1,5% B, 1,0% Fe, 0,1% Mn, 0,1% Zn) que também fornece grande concentração de L- α -aminoácidos livres (ácido aspártico, ácido glutâmico, serina, glicina, istidina e outros), que procedem da hidrólise enzimática, e microelementos que ativam os processos fisiológicos e enzimáticos.

Metodologia de avaliações

Na data da primeira aplicação do produto, 7 ramos de vigor semelhante dispersos ao longo da planta foram selecionados e medidos com uma fita métrica. A partir desta data iniciou-se a **curva de crescimento do ramo**, a qual foi determinada a partir de várias medições até o momento do desponete. A densidade de ramos deixados na planta foi de aproximadamente 38 ramos/planta. As medições foram realizadas nos dias 23/10, 17/11, 24/11, 2/12, 8/12 e 15/12 de 2014, e 01/10, 15/10, 03/11 e 17/11 de 2015.

O **incremento** foi calculado pelo aumento de comprimento proporcional ao comprimento inicial de cada ramo. [(Diferença entre primeira e última medição *100)/Comprimento inicial].

Na data do desponete, 7 ramos de vigor semelhante dispersos ao longo da planta foram escolhidos para contagem do **número de nós**, iniciando pelo primeiro nó da base até o último visível (com entre-nó expandido) do ápice. Estes mesmos 7

ramos foram medidos, e pela divisão do comprimento pelo número de nós foi obtido o **comprimento médio dos entre-nós**.

Todo material retirado das podas verdes (desnetamento, desfolha, desponte) e da poda seca (poda de frutificação) foram coletados e levados para determinação da **massa seca** no laboratório de Fitotecnia, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR. As amostras secaram em estufa a 65°C até ter massa constante, e então foram pesadas em balança de precisão (Balança eletrônica BEL modelo S2202 -2200G X 0,01G).

Os cachos foram protegidos de pássaros pela instalação de tela antigranizo branca em ambos os lados da região dos cachos nas videiras, e as colheitas foram realizadas no dia 09 de fevereiro de 2015 e 01 de fevereiro de 2016, no mesmo momento da colheita do vinhedo. Todos os cachos produzidos por cada planta foram pesados (balança eletrônica) individualmente para obtenção dos valores de **massa média do cacho e produção planta⁻¹**. Com o auxílio de um papel milimetrado, a **largura e o comprimento dos cachos** foram determinados, considerando as bagas como as extremidades.

De cada planta, foram contados os números de cachos, e então escolhidos cinco que representassem os demais. Estes foram pesados em balança de precisão, tiveram seu número de bagas contados, e suas ráquis pesadas. Pela subtração da massa da ráquis e divisão da massa do cacho pelo número de bagas, obteve-se a **massa média das bagas**. A massa média da ráquis foi utilizada para obtenção da relação **massa ráquis/massa cacho**.

Para determinação do **diâmetro médio das bagas**, foram selecionadas aleatoriamente 30 bagas, as quais, com o uso do paquímetro digital (DIGIMESS 150mm 0,01mm), mediu-se posicionando a inserção do pedicelo para cima. Das mesmas bagas foram extraídas as sementes e contadas para obter o **número de sementes**.

A **massa de sementes** foi determinada a partir da massa média de 50 sementes, pesadas em balança de precisão, após o excesso de polpa ser extraída com auxílio de um papel toalha.

Para avaliação do teor de sólidos solúveis, utilizaram-se 20 bagas. A concentração de açúcar foi determinada numa escala de °**Brix** com auxílio de um refratômetro manual a partir de duas gotas do suco da polpa.

Com o mosto das bagas foram realizadas análises, em duplicata, de pH e acidez total titulável (ATT). Para extração do suco, 25 bagas foram maceradas e uma solução foi preparada com 10 mL do suco e 90 mL de água deionizada. Com essa solução, o **pH** foi medido com o auxílio de um pHmetro digital (MS TECNOPON mPA-210, eletrodo de vidro), com calibração acima de 97%.

A partir dessa mesma solução, a **acidez total titulável** foi determinada pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985). A determinação da acidez total por volumetria potenciométrica é um método usado para líquidos com coloração forte, se baseia na determinação do ponto de equivalência pela medida do pH da solução, em vez de usar o 'ponto de viragem' por fenolftaleína. Este método expressa a concentração do ácido predominante na fruta (ácido tartárico, no caso da uva). A titulação (neutralização) foi realizada com NaOH 0,1N (4g de NaOH em 1L de água deionizada), até atingir pH 8,2, com auxílio de um pHmetro digital.

Os resultados foram expressos em mEq L^{-1} , obtido pela seguinte equação:

$$\text{ATT (mEq L}^{-1}\text{)} = \frac{(1000 \times n \times N)}{V}$$

Na qual:

n = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, em mL;

N= molaridade/ normalidade da solução de hidróxido de sódio (N= 0,1);

V = volume da amostra (mL) (V=10mL)

(Podendo ser simplificada pela multiplicação do volume de NaOH gasto por 10 quando usado NaOH cuja molaridade/normalidade seja 0,1).

As análises estatísticas foram realizadas com o programa Assistat versão 7.6 beta. Os dados foram analisados como um experimento fatorial 4 (concentrações) x 2 (frequência de aplicação), sendo o fator concentrações quantitativo e avaliado pela regressão polinomial e o fator frequência de aplicação avaliado pelo teste de Tukey.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis do crescimento vegetativo

Não houve interação significativa entre as concentrações de PCa e as formas de aplicação para todas variáveis analisadas. A aplicação única e parcelada também não diferiu para todas variáveis. Houve efeito significativo das concentrações de PCa para o incremento dos ramos na safra 2014/2015 e para todas variáveis na safra 2015/2016 (FIGURA 3.1).

O aumento da concentração de PCa promoveu um aumento do comprimento dos ramos, sendo encontradas regressões lineares nas duas safras avaliadas (FIGURA 3.1 A e 3.1 B). A maior concentração do produto (375 mg L^{-1} PCa) apresentou um acréscimo no comprimento dos ramos de 23,04 e 20,19% na última data de avaliação, na primeira e segunda safra, respectivamente.

As avaliações de crescimento de ramos foram realizadas até os ramos atingirem cerca de 200 cm de comprimento, quando foi necessária a poda verde (poda de verão).

A diferença nos valores numéricos entre as safras para o incremento foi devido à diferença da fase fenológica de aplicação do produto entre as safras, o que gera um valor do comprimento inicial do ramo distinto (comprimento no dia da aplicação), como pode ser verificado na FIGURA 3.2 A e B, na qual são expostos os valores reais de comprimento dos ramos, em que a aplicação do produto foi realizada quando os ramos apresentavam uma média de 95 e 45 cm, na primeira e segunda safra, respectivamente.

A fase fenológica de aplicação do produto foi alterada na segunda safra devido ao excessivo vigor apresentado pela cultivar na primeira safra. A antecipação da época de aplicação foi uma tentativa para encontrar o momento adequado a aplicação para melhor eficiência do produto, uma vez que as recomendações sugerem que os ramos ainda estejam pouco desenvolvidos (EVANS et al., 1999).

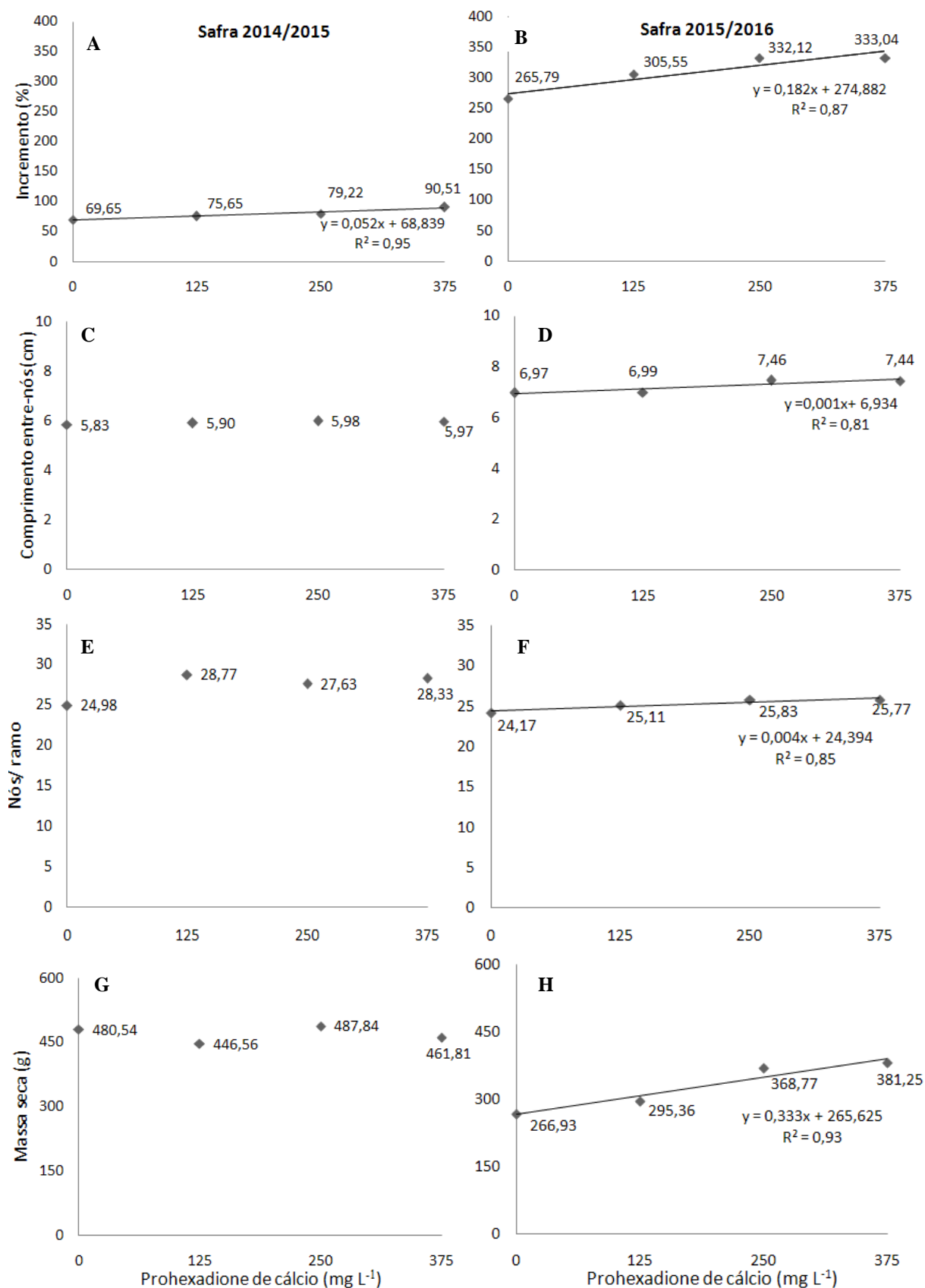


FIGURA 3.1- A, B: INCREMENTO (%); C, D: COMPRIMENTO DOS ENTRE NÓS (cm); E, F: NÚMERO DE NÓS/RAMO; G, H: MASSA SECA DO MATERIAL COLETADO NA PODA VERDE DE VIDEIRA 'MERLOT' TRATADA COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO EM CAMPO LARGO-PR.

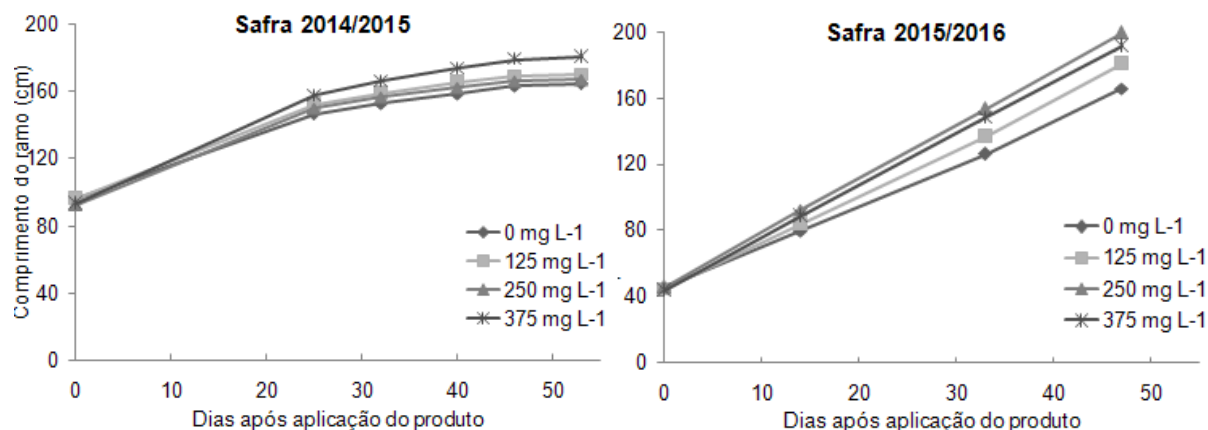


FIGURA 3.2- COMPRIMENTO MÉDIO DOS RAMOS DE VIDEIRA 'MERLOT' TRATADA COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO EM CAMPO LARGO-PR.

As concentrações de PCa apresentaram efeito linear significativo para o comprimento de entre nós, número de nós e massa seca somente na segunda safra (FIGURA 3.1 C à 3.1 H), com valores 6,21, 6,32% e 30% maiores, respectivamente.

A massa seca na primeira safra foi em média de 470 g planta⁻¹, na segunda variou de 266,93 a 381,25 g planta⁻¹ (FIGURA 3.1 G e 3.1 H). A diferença de material seco da poda verde coletado entre as safras pode ser explicada pela diferença de manejo adotado, como na segunda safra foram realizados dois despontes, sendo o primeiro antecipado em relação ao desponte da primeira safra (aproximadamente 30 dias), o material coletado para secagem era mais tenro, motivo que explica a menor massa seca na segunda safra, que chegou a ser 45% maior quando comparado o material coletado das testemunhas.

Borghezán et al. (2011) e Miele e Mandeli (2012) obtiveram cerca de 1 Kg planta⁻¹ de massa seca da coleta de material da poda de inverno em videiras 'Merlot', em sistema espaldeira e latada, em outros experimentos.

Quanto à massa seca referente a poda, pode-se verificar que nem sempre o menor vigor, quando controlado, vem acompanhado pela menor massa seca, sendo o oposto também possivelmente verdadeiro, como ocorreu no primeiro ano do presente trabalho. Rufato et al. (2014) chegaram a reduzir 40%, mas esse valor não coincidiu com o tratamento que causou maior redução de crescimento. Lo Giudice (2002) obteve relação entre menor vigor e menor massa seca de material podado na cultivar Seyval, resultando em redução de 20% de massa, ambos os autores expressaram valores de massa seca da poda de inverno.

O efeito antagônico do produto também foi encontrado por Lo Giudice et al. (2003) e Marchi et al. (2015). O último autor cita o maior crescimento e desenvolvimento de ramos e de ramos netos em plantas de 'Cabernet Sauvignon' sob maiores concentrações de PCa (500 e 750 mg L⁻¹), aplicadas no florescimento pleno, 15 e 30 dias depois. Lo Giudice et al. (2003), com aplicação única de 250 mg L⁻¹ de PCa 12 dias após o florescimento pleno em 'Cabernet Franc' obtiveram ramos 13,5% maiores, com 7 e 9,5% maior comprimento de entre nós e número de nós no ramo, quando comparados a testemunha.

Segundo Rademacher et al. (2006), efeitos paradoxos podem ocorrer porque há possibilidade do produto inibir a inativação metabólica natural das GAs, bloqueando a 2 β -hidroxilação. Os acyclohexadiones são altamente competitivos com o 2-oxoglutarato, sendo as hidroxilações os principais alvos desse grupo de produtos, tanto na posição 3 β (GA₂₀ em GA₁) como 2 β (GA₁ a GA₈). Neste caso, ao aplicar o produto quando os pontos de crescimento já possuem grande concentração de giberelinas ativas formadas há o favorecimento do alongamento dos ramos pelo bloqueio da autorregulação das GAs.

Em macieiras, por exemplo, quando o produto é aplicado na fase de intensa alongação dos ramos (depois de 20 a 30 cm de crescimento inicial), os ramos podem atingir tamanhos aproximadamente 20% maiores, devido intensificação da alongação provocada pelas giberelinas (RADEMACHER, 2000; RADEMACHER; KOBER, 2003; RADEMACHER et al., 2006). Para Borghezian et al. (2014) a máxima taxa de crescimento de ramos de videira é compatível aos períodos de florescimento e frutificação efetiva, período em que as condições climáticas se tornam favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

As videiras parecem ser pouco sensíveis aos efeitos reguladores da aplicação de PCa (RUFATO et al., 2014). Poucos estudos ainda foram publicados testando esse regulador de crescimento na cultura, até o momento a redução de crescimento foi na maioria das vezes insignificante próximo aos resultados expostos em trabalhos com macieira, cultura que tem seu vigor reduzido em até 60% pelo uso do produto (HAWERROTH; PETRI, 2014), o que não torna possível a substituição do manejo da poda verde pela aplicação do produto.

Resultados satisfatórios de controle do crescimento vegetativo de videiras foram obtidos por Lo Giudice et al. (2003), Disegna et al. (2003), Villar et al. (2011) e

Rufato et al. (2014). Exceto Villar et al. (2011), os demais autores trabalharam com *Vitis vinifera*.

Villar et al. (2011) e Rufato et al. (2014) conseguiram reduzir 8 e 19% do comprimento final dos ramos, respectivamente, ao realizarem aplicação única de 250 mg L⁻¹ PCa. O momento de aplicação do produto diferiu nos dois trabalhos, sendo que o primeiro autor aplicou na plena florada e o segundo 30 dias após a plena florada.

Disegna et al. (2003) e Lo Giudice et al. (2003) conseguiram redução de 17% e 40% no crescimento de ramos, ao realizarem duas aplicações de 250 mg L⁻¹ PCa. O primeiro autor realizou as aplicações na fase de frutificação efetiva e 15 dias depois; o segundo realizou 24 e 8 dias antes do florescimento pleno.

Os trabalhos de Lo Giudice et al. (2003) e Rufato et al. (2014) demonstraram que a redução dos ramos veio acompanhada por alteração na quantidade de nós por ramo, tendo 32% menos nós no primeiro trabalho e 33% mais no segundo. Consequentemente, o comprimento entre nós também distinguiu, sendo menores nos dois trabalhos, em 13,5 e 25 %, respectivamente. A massa seca do material coletado da poda de inverno (poda seca) apresentou redução para Rufato et al. (2014) (-40%) com o uso de PCa.

Lo Giudice et al. (2003) chegaram a experimentar três aplicações de 375 mg L⁻¹, realizadas 8 dias antes e, 7 e 34 dias após o florescimento pleno. Com esse tratamento conseguiram reduzir 15% do crescimento de ramos de 'Cabernet Franc'.

Em virtude do efeito antagônico, várias hipóteses são lançadas, além do justificado por Rademacher et al. (2006). Acredita-se que as condições de cultivo da videira possam influenciar muito no seu vigor, e consequentemente, na eficácia do produto, assim como já proposto por Evans et al. (1999). Disegna et al. (2003), por exemplo, que obteve resultados satisfatórios na redução do crescimento, trabalhou em solos com 2,5% de matéria orgânica, enquanto o presente experimento estava sob um solo com um teor maior que 5%.

A matéria orgânica está relacionada diretamente ao conteúdo de N disponível as plantas, a mineralização da MO disponibiliza nitrogênio nas formas N-NH₄⁺ e N-NO₃, que se absorvidas pelas plantas podem estimular o crescimento vegetativo (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000; ZALAMENA et al., 2013). O alto teor de MO nos solos do experimento está associado ao uso intensivo de esterco de

bovino leiteiro (SILVA et al., 2010) em anos anteriores, conferido pela análise de solo que apresenta alto teor de matéria orgânica (ANEXO 10).

O elevado teor de nitrogênio nos solos também é favorecido pela cobertura vegetal. Nas linhas e entrelinhas do vinhedo, a vegetação espontânea predominante era o trevo branco (*Trifolium repens* L.), leguminosa que incorpora cerca de 4% de N no solo referente a sua MS (SILVA et al., 2012).

As condições climáticas, não expostas nos trabalhos comparados, também podem ter influencia sobre a eficácia do produto, mais precisamente sobre o vigor expresso pela planta. Regiões com altos índices pluviométricos, somados a temperaturas médias elevadas, favoráveis ao desenvolvimento da planta, podem induzir o crescimento excessivo (HAWERROTH; PETRI, 2014). Campo Largo, nos dois anos de estudo, apresentou um clima com temperaturas médias variando entre 14 a 25°C em ambas as safras, e uma precipitação acumulada de 1001,6 mm e 1576 mm, de julho a fevereiro, na primeira e segunda safra, respectivamente.

As concentrações utilizadas do PCa no presente trabalho, baixas comparadas as testadas por Disegna et al. (2003) e alguns experimentos de Lo Giudice et al. (2003), pode ser um dos fatores que não contribuíram para o satisfatório controle do crescimento. Para Rademacher et al. (2006), as doses do produto devem ser ajustadas conforme o potencial de crescimento esperado pelas plantas. Esse potencial é determinado pela espécie, variedade, cultivar, porta-enxerto, idade da planta, carga de frutos, disponibilidade de água e nutrientes, e condições climáticas do local de cultivo.

A diferença de condição experimental também pode ser vista quando se compara ao trabalho de Villar et al. (2011), em que suas plantas eram menos vigorosas. No momento da aplicação do produto, na plena florada, o comprimento dos ramos era menor que 50 cm, enquanto neste trabalho, na mesma fase fenológica, as plantas já possuíam ramos com cerca de 100 cm. A eficiência do prohexadione de cálcio, além de variar conforme a sensibilidade da cultivar tem forte relação com o vigor da planta (EVANS et al., 1999; LOPES et al., 2010).

Os valores de tamanho de ramos encontrados por Borghezian et al. (2014), autor que acompanhou o crescimento de ramos de videiras 'Merlot' em São Joaquim – SC, são compatíveis ao presente trabalho (FIGURA 3.2), com ramos que alcançaram os 100 cm aproximadamente após 45 dias de ciclo. Porém, o vigor dos ramos do autor é conferido pelo menor espaçamento imposto entre plantas (0,75 m)

comparado ao do presente experimento (1,2 m), o que gera menor número de ramos por planta. Considerando que o vigor expresso por um ramo é inversamente proporcional a quantidade de ramos presente numa planta (MANDELLI; MIELE, 2003), pode-se concluir que as videiras de Borghezian et al. (2014) eram menos vigorosas as plantas de 'Merlot' do presente trabalho.

Para Rademacher e Kober (2003) a aplicação eficiente de prohexadione de cálcio não é uma tarefa fácil, e a pulverização de concentrações altas pode causar uma alta redução da produção (LO GIUDICE et al., 2003). Os reguladores vegetais devem ser usados como auxiliar na regulação do vigor excessivo das plantas, sendo associado a outras medidas (HAWERROTH; PETRI, 2014).

Para Lo Giudice et al. (2003), plantas excessivamente vigorosas não apresentam boa resposta a aplicação de PCa, como verificado nas culturas de macieira e pereira. As condições de vigor no parreiral estudado eram excessivas: um solo rico em nutrientes, condições de clima favoráveis ao crescimento (temperatura e índice pluviométrico) e cultivares copa e porta-enxerto com potencial vigoroso.

Apesar de autores defenderem a maior efetividade do produto em aplicações múltiplas com menores concentrações, se comparado a aplicação única com maior concentração, neste trabalho não houve diferença significativa em relação as aplicações parceladas quando comparadas as aplicações únicas. A justificativa desses autores é embasada no fato do produto possuir efeito temporário na planta, pela rápida degradação, sendo que múltiplas aplicações manteriam o efeito inibidor de GAs por mais tempo (DISEGNA et al., 2003; HAWERROTH; PETRI, 2014). Para Hawerroth et al. (2012), a aplicação única de prohexadione de cálcio pode ocasionar um novo fluxo de crescimento após neutralizado o efeito do produto, o que não seria bom para videira por ocupar a etapa fenológica de amadurecimento das bagas.

Variáveis de Produção

Não houve interação significativa entre as concentrações de PCa e as formas de aplicação (única ou parcelada) para todas variáveis de produção avaliadas (FIGURA 3.3 – ANEXO 4). As formas de aplicação não diferiram para as variáveis analisadas (ANEXO 9). Houve efeito significativo das concentrações de PCa para variáveis isoladas, como massa média da baga (g) na primeira safra (FIGURA 3.4 A) e acidez total titulável (mEq L^{-1}) na segunda safra (FIGURA 3.5 D).

A produção não foi afetada pela maior vegetação induzida pelos tratamentos com PCa, apesar de na segunda safra todos os valores serem inferiores à testemunha (FIGURA 3.3 A e 3.3 B). A produção média da cultivar ficou próxima de 3,5 e 3,2 Kg planta⁻¹, na primeira e segunda safra, respectivamente. Anzanello et al. (2011) e Borghezian et al. (2011) colheram 1 e 9 Kg planta⁻¹, respectivamente, com a cultivar Merlot sustentada em espaldeira.

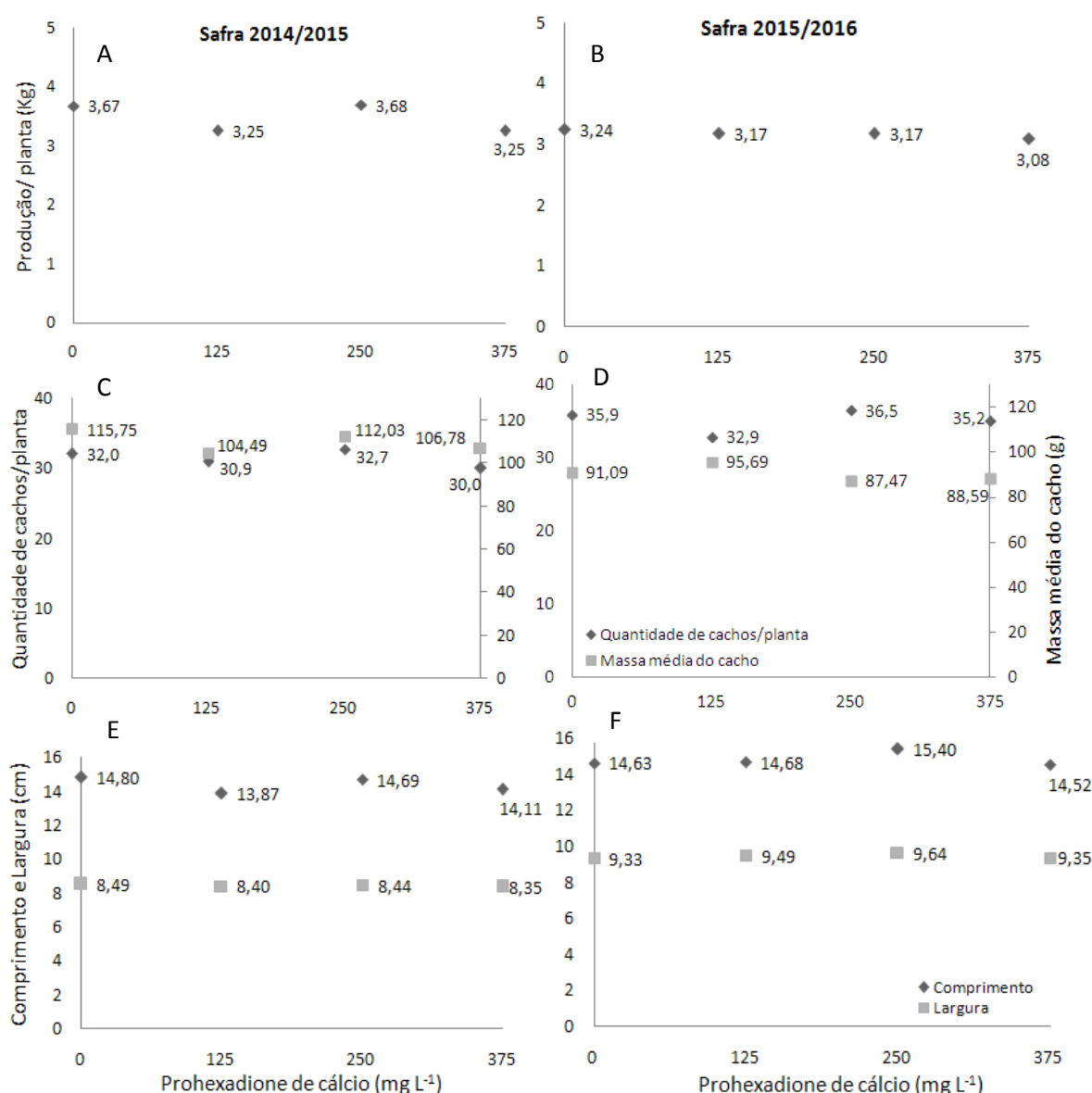


FIGURA 3.3- A, B: PRODUÇÃO MÉDIA POR PLANTA (kg); C, D: QUANTIDADE DE CACHOS POR PLANTA E MASSA MÉDIA DO CACHO (g); E, F: COMPRIMENTO E LARGURA DOS CACHOS (cm) DE VIDEIRA 'MERLOT' TRATADA COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO EM CAMPO LARGO-PR.

Villar et al. (2011) e Rufato et al. (2014) obtiveram maiores produções pela redução do vigor com o uso de PCa, chegando até a 28%. Lo Giudice et al. (2003),

Rufato et al. (2014) e Disegna et al. (2003), ao contrário, encontraram redução na produção de uvas pela redução do vigor. O resultado mais pronunciado foi o de Lo Giudice et al. (2003), ao pulverizar 3 aplicações de 375 mg L^{-1} , que chegou a reduzir 90% da produção de 'Cabernet Franc'. A produção varia muito de acordo com a concentração utilizada de PCa, a fase fenológica da aplicação do produto, e da cultivar.

Os tratamentos não afetaram a quantidade, a massa média e as características de comprimento e largura dos cachos (FIGURA 3.3 C, 3.3 D, 3.3 E e 3.3 F). Na primeira safra foram colhidos em média 31 cachos planta⁻¹ cada qual com cerca de 110 g, com medidas próximas de 14 x 8,5 cm (ANEXO 5). Na safra seguinte foram colhidos em média 35 cacho planta⁻¹, com massa média de 91g, e medidas de 15 x 9,5 cm. Anzanello et al. (2011) e Borghezian et al. (2011) também colheram cachos de 'Merlot' de tamanho similar, porém o último autor colheu somente 11 cachos planta⁻¹, fator que pode ter sido afetado por um raleio de cachos ou por um menor espaçamento entre plantas.

O PCa apresentou efeito significativo sobre a massa média da baga somente na primeira safra (FIGURA 3.4 A e B). Com uma tendência quadrática, o tratamento de 250 mg L^{-1} apresentou bagas mais pesadas, 1,8 g, mas que não diferiram de tamanho quando comparadas a testemunha, pois o diâmetro médio da baga (FIGURA 3.4 C e 3.4 D) não apresentou diferença quando exposto a diferentes concentrações de PCa. Na segunda safra, todos os valores de massa foram inferiores quando comparados à testemunha, porém não apresentaram diferença estatística.

A massa média das bagas colhidas na primeira safra variou entre 1,56 a 1,8 g, enquanto na segunda variou de 1,42 a 1,62 g. O diâmetro médio das bagas variou entre 14,52 e 12,63 mm, na primeira e segunda safra, respectivamente (FIGURA 3.4 A, 3.4 B, 3.4 C e 3.4 D). Rizzon e Miele (2003), cultivando 'Merlot' em Bento Gonçalves, obtiveram bagas com média de 1,61 g e 13,2 mm, de massa e diâmetro, classificadas como pequenas, comparando às demais cultivares.

Lo Giudice et al. (2004) consideraram que PCa pode reduzir drasticamente o tamanho de cachos (-74%), e o tamanho das bagas (-41%), conforme o tipo de tratamento realizado, sendo que as maiores reduções são em tratamentos aplicados antes do florescimento pleno. O número de cachos pode ser aumentado em até 15%, como verificado por Villar et al. (2011) e Ruffato et al. (2014), mas também

pode reduzir até 65%, como verificado por Disegna et al. (2003) e Ruffato et al. (2014).

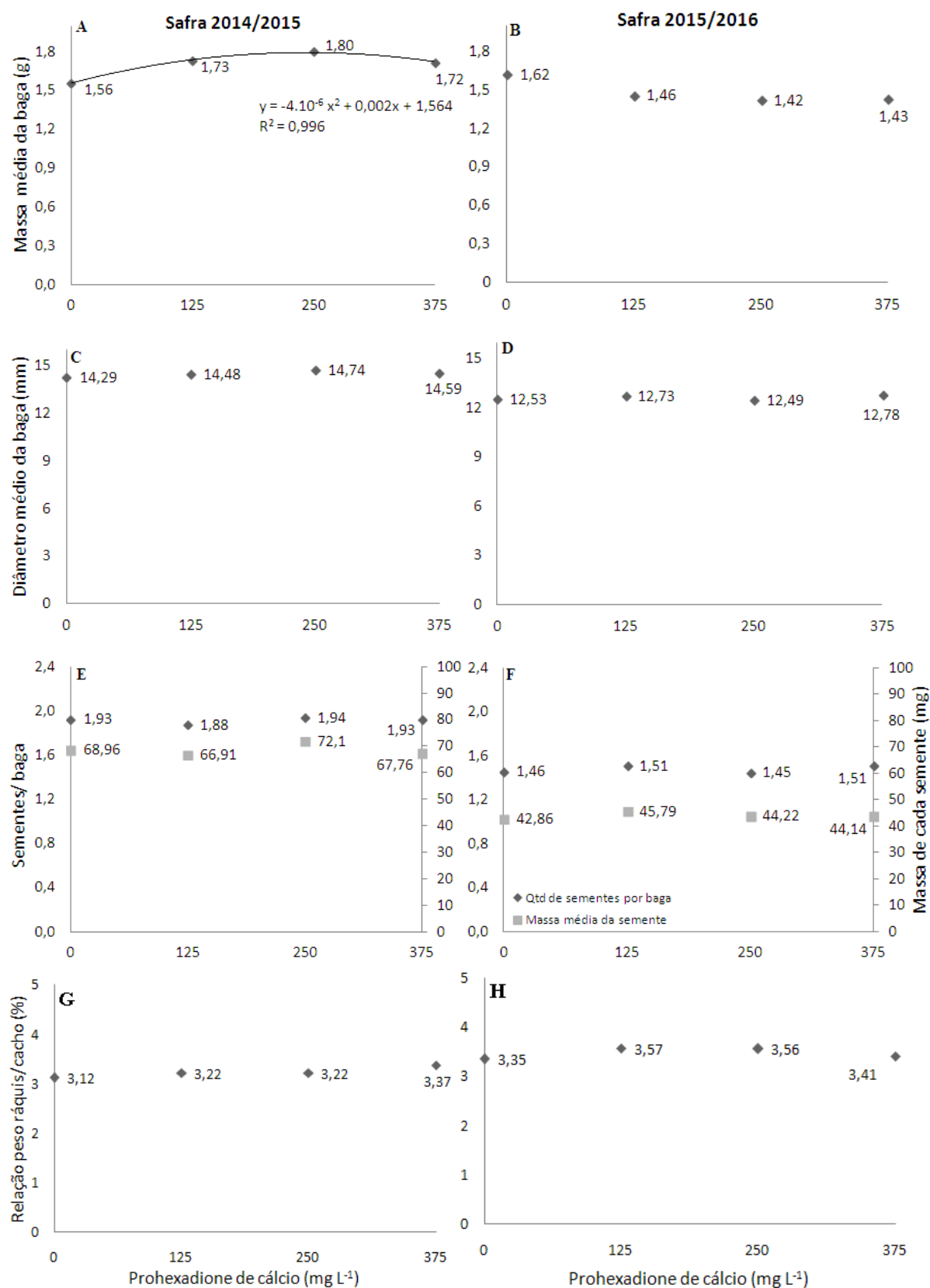


FIGURA 3.4- A, B: MASSA MÉDIA DAS BAGAS (g); C, D: DIÂMETRO MÉDIO DA BAGA (mm); E, F: NÚMERO DE SEMENTES POR BAGA E MASSA DE CADA SEMENTE (mg); G, H: RELAÇÃO

MASSA RÁQUIS: MASSA CACHO, EXPRESSO EM PORCENTAGEM DE VIDEIRA 'MERLOT'
TRATADA COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO EM CAMPO LARGO-PR.

A relação entre a massa do cacho e a massa da ráquis variou entre 3,23 a 3,47%, na primeira e segunda safra, respectivamente, próximos aos encontrados por Rizon e Miele (2003) para Merlot, 3,5%. As concentrações de PCa não apresentaram diferença significativa em ambas as safras para essa variável, apesar de todos os valores serem maiores quando comparados a testemunha (FIGURA 3.4 G e 3.4 H).

Os tratamentos não apresentaram diferença significativa para a quantidade de sementes por baga, assim como para a massa de cada semente. A primeira safra apresentou maior número de sementes, com maior massa, em relação à segunda safra. Os valores foram em média de 1,9 e 1,5 sementes por baga, com massa de 69 e 44 mg, na primeira e segunda safra, respectivamente (FIGURA 3.4 E e 3.4 F), Rizzon e Miele (2003) afirmam que a característica dessa cultivar é apresentar uma baga por semente, embora seja comum encontrar de 2 a 3 também, sendo que a massa média das sementes é de 40,5 mg, valor inferior aos encontrados nesse trabalho.

Para Rizzon et al. (1999), a maior quantidade de sementes confere maior concentração de taninos em vinhos, e deve representar cerca de 3,5% massa da baga (RIZZON; MIELE, 2003). Os taninos estão presentes também nas cascas e no engaço (ráquis) tem reflexo na intensidade de cor e na estrutura do vinho, regem a idade da bebida e são importantes para dar estrutura ao vinho de guarda, a sua concentração confere melhores condições para o envelhecimento do vinho (MIELE et al., 2009).

A qualidade dos frutos sofreu influência da aplicação de PCa somente na segunda safra. As concentrações de PCa apresentaram tendência linear positiva para a variável acidez total titulável, obtendo um aumento de até 7% quando exposta maior concentração do produto (375 mg L⁻¹ PCa). Os valores de acidez total titulável da primeira safra, apesar de não significativos, apresentaram-se todos maiores que a testemunha (FIGURA 5C e 5D).

A maior vegetação pode estar associada a danos diretos a qualidade dos frutos, devido a maior competição por fotoassimilados, que confere menor acúmulo de SST e maior acidez, e indiretos, que podem ser provenientes de doenças pelo

menor arejamento da copa e por dificultar a entrada de agrotóxicos no dossel (MIELE et al., 2009).

Os valores médios de SST e acidez total para cultivar, neste trabalho, foram de 18,6 e 17,6 °Brix, e 3,53 e 3,41, na primeira e segunda safra, respectivamente. A acidez total titulável média da primeira safra foi aproximadamente 80 mEq L⁻¹, enquanto na segunda safra variou de 95,4 a 102,7 mEq L⁻¹ (FIGURA 3.5).

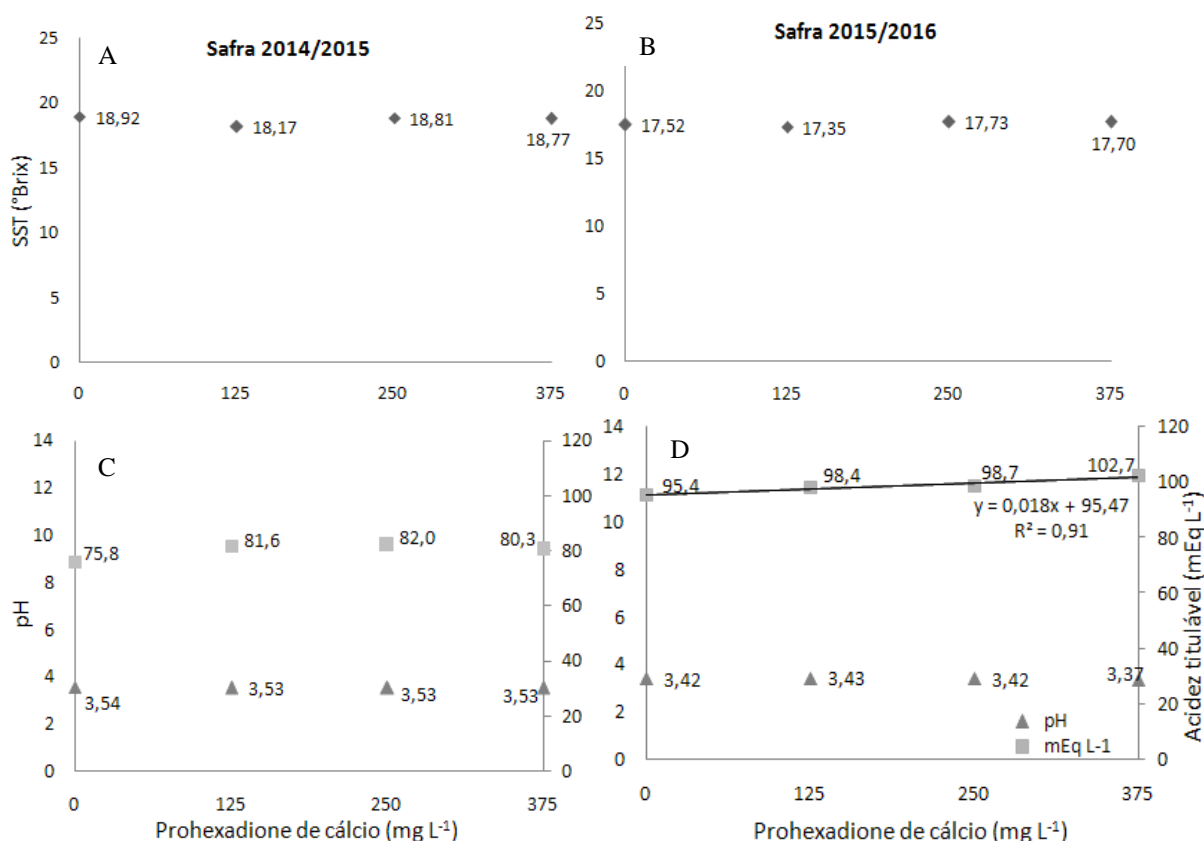


FIGURA 3.5- A, B: SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS EXPRESSO EM °BRIX; C, D: pH, E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL, EM mEq L⁻¹ DE VIDEIRA ‘MERLOT’ TRATADA COM PROHEXADIONE DE CÁLCIO EM CAMPO LARGO-PR.

Os maiores valores de acidez e menores teores de SST na segunda safra são provenientes das condições climáticas a qual a safra esteve exposta e pela decisão de colheita antecipada devido a intempéries climáticas previstas que poderiam prejudicar a safra. Mesmo assim, em ambas as safras os valores encontrados foram considerados adequados a vinificação, segundo Rizzon e Miele (2003). Os resultados obtidos também foram compatíveis aos de Borghezani et al. (2011), Anzanello et al. (2011) e Allebrandt et al. (2015).

A qualidade e a estabilidade do vinho são conferidas pelos níveis adequados de ácidos orgânicos na uva, que possuem seu metabolismo fortemente influenciado

pelas condições climáticas. Para Conde et al. (2007), o nível adequado está na faixa de 90 a 110 mEq L⁻¹.

Os efeitos de PCa na qualidade do fruto são pequenos, muitas vezes positivos. Decréscimos de SST e/ou elevada acidez total titulável podem estar associados muitas vezes ao atraso de maturação causado pelo menor volume foliar para realização da fotossíntese (DISEGNA et al., 2003; LO GIUDICE et al., 2004; VILLAR et al., 2011; RUFATO et al., 2014).

3.4 CONCLUSÕES

O PCa, aplicado em dose única ou parcelada, não apresenta efeito retardante de crescimento para a videira 'Merlot', pelo contrário, aumenta o crescimento dos ramos.

O incremento no crescimento devido à aplicação do produto não afeta a produção e a qualidade da uva.

REFERÊNCIAS

- ALLEBRANDT, R.; MARCON FILHO, J. L.; BEM, B. P. de; WURZ, D. A.; BRIGHENTI, A. F.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Fenologia da variedade Merlot produzida sobre três porta-enxertos em elevadas altitudes de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n.7, p.36-43, 2015.
- ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D. de; COELHO, P. F. Desfolha em videiras americanas e viníferas na fase de pré-maturação dos frutos. **Ciência Rural**, v. 41, n. 07, p. 1132-1135, 2011.
- BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F.A.; SILVA, A.L.da. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.4, p.398-405, 2011.
- BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. P.; CAMPOS, C. G. C. Phenology and vegetative growth in a new production region of grapevines: case study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v.4, n.6, p. 321-335, 2014.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M. Efeitos do Cycocel na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Itália (*Vitis vinifera* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.1, p.78-81, 2004a.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M. Influência do ácido giberélico na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.4, p. 439-443, 2004b.

- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; MERCER, R. M.; KERNISKI, S. Efeitos do paclobutrazol na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.2, p. 345-347, 2004c.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciencia Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- BYERS, R.E.; CARBAUGH, D.H.; COMBS, L.D. The influence of Apogee and its combinations with ethephon, chemical thinners, cations, and/or adjuvants for apple tree growth control and return bloom. **Proceedings of the 27th Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America**, p. 187-192, 2000.
- CAMILI, E. C. **Ação de biorreguladores na brotação, produção e algumas características físico-químicas de uva cultivar Superior Seedless**. 206p. Tese (Doutor em agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.
- CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUZA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.
- CQFS-RS/SC- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 10ª Ed., 400p, 2004.
- DAVIES P.J. **Plant hormones**. Biosynthesis, signal transduction, action! Editora Kluwer Academic Publisher. 3ªed, 718p., 2004.
- DISEGNA, E.; BOIDO, E.; CARRAU, F.; FARIÑA, L.; MEDINA, K.; MÉNDEZ, M.; RODRÍGUEZ, P.; DELLACASSA, E.. Efectos de la aplicación del regulador del crecimiento 3,5-dioxo-4-propionilciclohexancarboxilato de calcio (BAS 125) en la producción de uvas, composición del vino y aroma del cv. "Tannat". **Internacional, XIII Jornadas Groupe d Etude de Systemes de Conduite de la Vigne**, Montevideo, 2003.
- DRY, P. R.; LOVEYS, B. R. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. **Australian journal of grape and wine research**, v. 4, n. 3, p. 140-148, 1998.
- EVANS, J. R.; EVANS, R. R.; REGUSCI, C. L; RADEMACHER, W. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, prohexadione-calcium. **HortScience**, v.34, n.7, p. 1200-1201, 1999.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. Crescimento vegetativo de macieiras 'Fuji Suprema' sob influencia da época de aplicação de prohexadione de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 373-380, 2014.
- HAWERROTH, F. J.; PETRI, J. L.; FACHINELLO, J. C.; HERTER, F. G.; PREZOTTO, M. E.; HASS, L. B.; PRETTO, A. Redução da poda hiberna e aumento da produção de pereiras 'Hosui' pelo uso de prohexadione cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p. 939-947, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v. 1. 371 p., 1985.

LO GIUDICE, D. **The impact of prohexadione-calcium on grape vegetative and reproductive development and wine chemistry**. Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 2002.

LO GIUDICE, D.; WOLF, T.K; ZOECKLEIN, B. Effects of prohexadione-calcium on grape yield components and fruit and wine composition. **American Society for Enology and Viticulture**, v. 55, n.1, p. 73-83, 2004.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V. de M.; OLIVEIRA, J.E E. de M.; ASSIS, J. S. de; SILVA, R. R. S. da; CAVALCANTE, I. H. L. Vivíful (Prohexadione cálcio) no controle do crescimento da macieira, variedade Condessa, no Vale do Submédio São Francisco. In: **Congresso Brasileiro de Fruticultura, 21., Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais**, 2010.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. Growth stages of the grapevine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 1, p. 100-110, 1995.

MANDELLI, F.; MIELE, A. Uvas Americanas e Híbridas para Processamento em Clima Temperado. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 2, ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvaAmericanaHibridaClimaTemperado/poda.htm>. Acesso em Abr 2016.

MARCHI, V.V.; PERUZZO, S.N.; SOUZA, D.A.; SANTOS, H.P.; FIALHO, F.B.; SILVA, L.C. Avaliação de inibidores de giberelina para o controle de vigor vegetativo em Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L) na Serra Gaúcha – RS. **XV Congresso Latino-Americano de Viticultura e Enologia**. Bento Gonçalves, 2015.

MIELE, A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetativo e seu efeito nos componentes de produção da videira Merlot. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p. 964-973, 2012.

MIELE, A.; RIZZON, L. A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetativo da videira e seu efeito na composição do vinho Merlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p. 463-470, 2009.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual review of plant biology**, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

RADEMACHER, W.; KOBER, R. Efficient use of Prohexadione-Ca in Pome Fruits. **European Journal Horticultural Science**, v.68, n.3, p.101–107, 2003.

RADEMACHER, W.; SPINELLI, F.; COSTA, G. Prohexadione-Ca: Modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. **Acta Horticulturae**, v. 727, p. 97-106, 2006.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Efeito da relação das fases líquida e sólida da uva na composição química e na característica sensorial do vinho Cabernet. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 1999.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p156-161, 2003.

RUFATO, L.; BRIGHENTI, T. A.; BEM, B. P.; ALLEBRANDT, R.; SOUZA, D. S.; BRUNA, D. D.; MARCON FILHO, J. L. Effects of prohexadione-calcium on yield components and fruit composition of Cabernet Sauvignon in Southern Brazil. **37th OIV Congress**, Argentina, 2014.

SILVA, J. C. P. M. da; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C. M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S. de; SILVA, L. F. C. Esterco de gado leiteiro associado à adubação mineral e sua influencia na fertilidade de um latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.34, p.453-463, 2010.

SILVA, A. N.; ARALDI, D. F.; SCHOFFEL, A. Trevo branco (*Trifolium repens* L.) como alternativa em pastagens de inverno para produção de bovinos de corte. **XVII Seminário interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. XV mostra de Iniciação Científica. X mostra de extensão**. Universidade de Cruz Alta, 2012.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. **A Vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. Editora EMBRAPA, 1ª ed., 756p., 2009.

SOUZA, G. M. de. **Desenvolvimento e morfologia de inflorescências em videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.)**. Tese Doutor em Produção Vegetal. 93 p. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes. 2013

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Editora Artmed, 4ªed, 820 p., 2009.

THOMAS, S. G.; RIEU, I.; STEBER, C. M. Gibberellin metabolism and signaling. **Vitamins & Hormones**, v. 72, p. 289-338, 2005.

VILLAR, L.; BRIGHENTI, A. F.; CIPRIANI, R.; SILVA, A. L. da. Prohexadione de cálcio e a redução do vigor, produtividade e qualidade da uva Grano D'oro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 536-540, 2011.

ZALAMENA, J.; CASSOL, P. C.; BRUNETTO, G.; PANISSON, J.; MARCON FILHO, J. L. M.; SCHLEMPER, C. Produtividade e composição de uva e de vinho de videiras consorciadas com plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 182-189, 2013.

4 CARACTERIZAÇÃO FENOLÓGICA, EXIGÊNCIA TÉRMICA E MATURAÇÃO DA VIDEIRA 'MERLOT' EM CAMPO LARGO-PR

RESUMO

As condições climáticas influenciam diretamente as fases de desenvolvimento da videira e a qualidade dos frutos produzidos. O estudo da fenologia e da exigência térmica é importante justamente por permitir o conhecimento do desenvolvimento da planta em novos locais de plantio. O objetivo desse trabalho foi caracterizar a fenologia, a exigência térmica e a maturação de uvas da cultivar Merlot, para determinação do potencial enológico em Campo Largo-PR. O vinhedo, conduzido em espaldeira, foi implantado em 2007 com o porta-enxerto Paulsen 1103 e o experimento foi avaliado nas safras 2014/2015 e 2015/2016. As avaliações foram feitas desde a quebra da dormência até a colheita, sendo avaliados os estádios fenológicos de brotação, inflorescência visível, florescimento pleno, grão chumbinho, grão ervilha, início da maturação, maturação plena e colheita. A evolução da maturação foi acompanhada por atributos de qualidade (sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH). A videira 'Merlot' apresentou potencial para ser produzida em Campo Largo, PR, cujo ciclo tem valores aproximados de 160 dias e exigência térmica 1670 GD, da brotação a colheita. A cultivar Merlot conseguiu completar a maturação na região, com valores de SST e acidez adequados à vinificação tinta.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*. Fenologia. Graus-dia. Viticultura.

PHENOLOGICAL CHARACTERIZATION, THERMAL REQUIREMENT AND RIPENING OF 'MERLOT' GRAPEVINES, IN CAMPO LARGO-PR

ABSTRACT

Climatic conditions directly influence the grapevine's growth patterns and the quality of their fruits. The study of phenological and thermal requirement are important precisely to allow the knowledge of plant development in new cropping locations. The objective of this research was to characterize the phenology, the thermal demand and the ripening of grapevine cultivar Merlot, to evaluate the enological potential for winemaking in Campo Largo-PR. The vineyard, was implanted in 2007, vines were trained to a triple wire trellis and grafted on rootstock Paulsen 1103. The research was carried out during crop years 2014/2015 and 2015/2016. Evaluations were made from budbreak to harvest, were evaluated the phenology's stages: budbreak, visible inflorescence, full flowering, berries groat-sized, berries pea-sized, early maturation, full maturation and harvest maturity. The ripening progress was measured by chemical analyzes (SST, TA and pH). 'Merlot' showed potential to be produced in Campo Largo, PR, presenting a cycle with approximately 160 days and thermal demand of 1670 GD from budbreak to harvest. Cultivar Merlot achieve to complete maturation in the region with SST values, and acid appropriate to vinification.

Key words: *Vitis vinifera*. Phenology. Degree-day. Viticulture.

4.1 INTRODUÇÃO

A produção nacional de vinhos finos tem ganhado destaque nos últimos anos e o Brasil é o 14º produtor mundial atualmente (MOLINARI; JUCHEM NETO, 2015). No sul, os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina têm mostrado potencial na produção de uvas finas para vinificação. O Paraná vem investindo no cultivo da espécie com o auxílio da recém criada Vinopar (Associação dos Vitivinicultores do Paraná), buscando expansão de áreas de plantio e melhoria de manejo a fim de aumentar a qualidade enológica dos vinhos da região. Os resultados já começaram a aparecer nesse último ano, quando uma vinícola da Região Metropolitana de Curitiba se destacou em nível nacional com a premiação de um rótulo de Cabernet Sauvignon.

A Região Metropolitana de Curitiba já foi destaque nacional na produção de uvas e vinhos nas primeiras décadas do século XX, tendo como base da produção, vinhos de uvas 'Bordô' (denominada 'Terci' regionalmente), produzidos em

pequenas vinícolas familiares. Devido a uma praga de solo, a pérola-da-terra (*Eurhizococcus brasiliensis*), os vinhedos foram dizimados a partir de 1960, e a viticultura da região entrou em decadência. Hoje, novas vinícolas e as persistentes, juntamente com incentivo tributário, buscam o resgate da produção local e da colocação no cenário nacional. O replantio de videiras na região foi viabilizado graças a descoberta de porta-enxertos resistentes a essa praga (PROTAS; CAMARGO, 2010).

Apesar da videira ter boa adaptação em diversas condições de plantio, a qualidade enológica pode ser comprometida por alterações dos fatores edafoclimáticos. O ciclo de desenvolvimento da videira varia não só conforme as cultivares copa e porta-enxertos escolhidos (ALLEBRANDT et al., 2015; BARROS et al., 2015) e ao manejo adotado (MANDELLI et al., 2008; BRIGHENTI et al., 2010; ANZANELLO et al., 2011), mas principalmente pelas condições ambientais a qual está exposta (REGINA et al., 2010).

Deste modo, por exemplo, videiras finas na região de São Joaquim-SC apresentam melhor maturação fenólica comparadas a regiões do norte do Paraná (JUBILEU et al., 2010), isto porque as condições climáticas permitem maior tempo de ciclo, mas ao mesmo tempo apresentam uvas com maior acidez, uma vez que climas amenos desaceleram a degradação dos ácidos (BRIGHENTI et al., 2013), o que define a qualidade enológica da produção (CONDE et al., 2007).

O estudo da fenologia e da exigência térmica são importantes justamente por permitirem a averiguação do comportamento da planta em novos locais de plantio, servindo de ferramenta técnica para recomendação de implantação e manejo dos vinhedos, favorecendo o melhor planejamento de safra ao vitivinicultor, pela otimização dos tratos culturais e mão de obra (RADUNZ et al., 2015).

A viticultura brasileira ocupa atualmente uma área de aproximadamente 80 mil hectares e pouco estudo existe frente a vasta diversidade edafoclimática encontrada no Brasil. No Paraná, por exemplo, apesar de ser o 4º principal produtor da fruta em nível nacional (IBGE, 2016) e possuir extensa área adequada à viticultura, há pouca diversidade de cultivares exploradas (BARROS et al., 2015), principalmente quando se trata de videiras finas destinadas a vinificação.

A ‘Merlot’ encontra-se no segundo lugar em volume de produção entre as cultivares de *Vitis vinifera* tintas (RIZZON; MIELE, 2003), sendo conhecida

mundialmente, é uma das cultivares mais utilizadas para produção de vinhos finos no Brasil.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento fenológico e a maturação de videiras cultivar Merlot para determinação do potencial enológico no novo pólo de cultivo em Campo Largo-PR.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado num vinhedo comercial do município de Campo Largo – PR (ANEXO 8), Região Metropolitana de Curitiba, distante a cerca de 30 km da capital, com altitude de 979 m (25°23'52,8"S e 49°30'12,96"W), e conduzido durante os ciclos 2014/2015 e 2015/2016.

De acordo com o sistema de classificação climática de Koppen, o clima da região é Cfb, mesotérmico úmido com verão ameno, apresenta as estações de inverno e verão bem definidas, com precipitações abundantes distribuídas ao longo do ano (1400 mm), sem estação seca definida. O verão é fresco e mais úmido que o inverno, com temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C, o inverno tem possibilidade de geadas severas, sendo a temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (FIGURA 4.1).

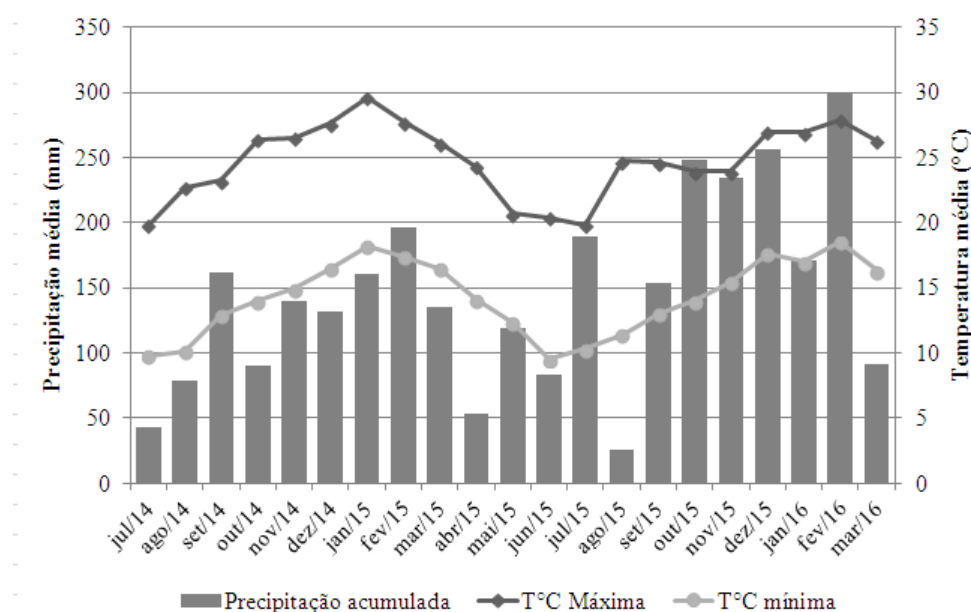


FIGURA 4.1- TEMPERATURA MÉDIA E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA MENSAL, DURANTE AS SAFRAS DE 2014/2015 E 2015/2016, EM CURITIBA, PR, SIMEPAR.

O vinhedo foi implantado em 2007 com a cultivar Merlot enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, sustentado em espaldeira com 3 arames, sendo o primeiro fio a 1 m do solo. A densidade de plantio foi de 3.086 plantas hectare⁻¹, com espaçamento 1,2 m entre plantas e 2,7 m entre linhas. As videiras foram conduzidas por cordão esporonado simples, e o manejo do vinhedo seguiu as recomendações do técnico agrícola responsável.

A fenologia foi avaliada em 8 plantas dispersas em 5 linhas do vinhedo. Em cada planta foram marcados 10 ramos (ANEXO 6) distribuídos ao longo do tronco principal (o qual possuía em média 38 ramos). As datas de ocorrência das principais fases fenológicas da videira foram observadas (FIGURA 4.1): brotação (B), inflorescência visível (IV), florescimento pleno (FP), grãos chumbinho (GC), grãos ervilha (GE), início da maturação (IM), maturação plena (MP) e colheita (C), equivalentes as etapas 09, 53, 65, 73, 75, 81, 83 e 89 da escala fenológica da BBCH (LORENZ et al., 1995).

As fases foram consideradas conforme descrição proposta por Lorenz et al. (1995): brotação, quando já havia brotos verdes claramente visíveis; inflorescência visível, quando a inflorescência tornava-se claramente visível; florescimento pleno, quando 50% das caliptras florais apresentavam-se separadas do ovário; grãos chumbinho, quando as bagas estavam com aproximadamente 3 mm de diâmetro; grãos ervilha, quando as bagas se apresentavam no tamanho de uma ervilha (aproximadamente 6mm), e os cachos pendiam; início da maturação, quando 50% das bagas apresentavam início de mudança de coloração; maturação plena, quando todas as bagas apresentavam coloração violácea; colheita, quando SST atingiam no mínimo 18°Brix.

A mudança de fase foi determinada quando 50% dos ramos de 50% das plantas apresentavam o novo estágio fenológico.

Foi caracterizada, em dias, a duração do intervalo entre os períodos citados, sendo o primeiro intervalo considerado do momento da brotação até a inflorescência visível, e, a partir desses dados, criou-se um diagrama em escala, representando os intervalos entre fases.

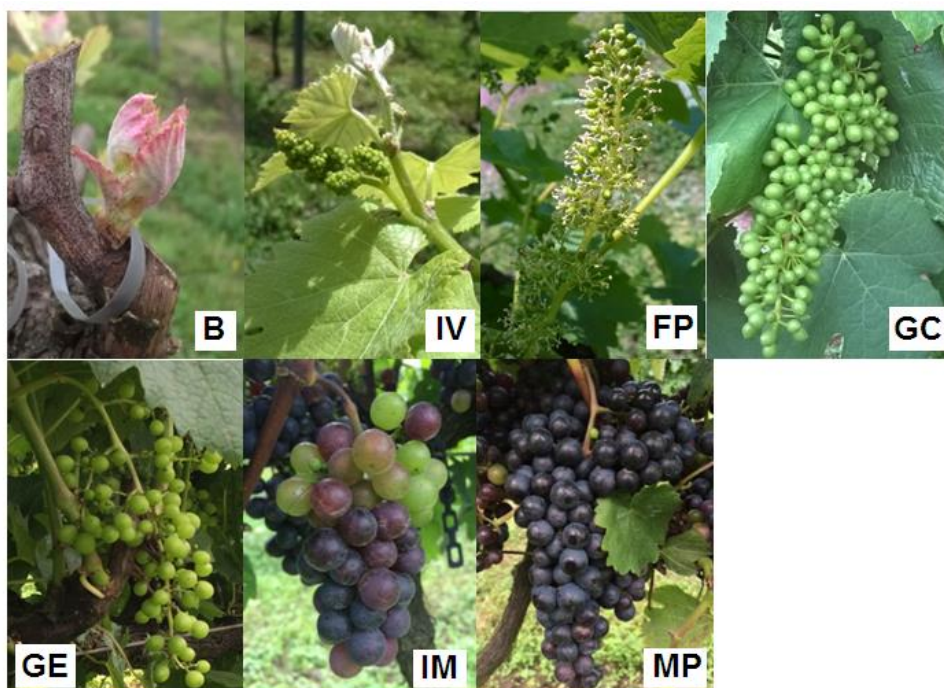


FIGURA 4.2- FASES FENOLÓGICAS DA VIDEIRA 'MERLOT': BROTAÇÃO (B), INFLORESCÊNCIA VISÍVEL (IV), FLORESCIMENTO PLENO (FP), GRÃOS CHUMBINHO (GC), GRÃOS ERVILHA (GE), INÍCIO DA MATURAÇÃO (IM) e MATURAÇÃO PLENA (MP), FOTO: GISLÂINE MARGOTI.

Para caracterização da exigência térmica da cultivar foi utilizado o somatório de graus-dia (GD), considerado desde a brotação até a colheita, bem como para cada um dos subperíodos, empregando os dados climáticos da Estação Meteorológica de Curitiba – Paraná, segundo dados do SIMEPAR, que é considerada a mais próxima da região em estudo, seguindo as equações propostas por Villa Nova et al. (1972) e adotando-se a temperatura-base de 10°C (CHIAROTTI et al., 2014; BARROS et al., 2015):

$$GD = (T_m - T_b) + [(T_M - T_m)/2], \text{ para } T_m > T_b;$$

$$GD = (T_M - T_b)^2 / 2(T_M - T_m), \text{ para } T_m \leq T_b, \text{ e}$$

$$GD = 0, \text{ para } T_b \geq T_M$$

Em que:

GD = graus-dia;

TM = temperatura máxima diária (°C);

Tm = temperatura mínima diária (°C), e

Tb = temperatura-base (°C).

A curva de maturação foi composta por avaliações de pH, acidez total titulável e teor de sólidos solúveis totais (°Brix), a partir de bagas coletadas dos

terços inferior, mediano e superior dos cachos. As avaliações tiveram início após o 'veraison'. Os resultados obtidos foram analisados por regressão polinomial utilizando-se o programa Assistat versão 7.6 beta.

As avaliações do teor de sólidos solúveis tiveram início 13 e 21 dias após o início da maturação (*veraison*), na primeira e segunda safra, respectivamente. Foram realizadas com 20 bagas selecionadas aleatoriamente a partir de uma amostra maior. A concentração de açúcar foi determinada numa escala de °Brix com auxílio de um refratômetro manual a partir de duas gotas do suco da polpa.

Com o mosto de bagas de doze plantas, que constituíram seis repetições, foram realizadas análises de pH e acidez total titulável (ATT). Para extração do suco, 25 bagas em cada repetição foram maceradas e uma solução foi realizada com uma alíquota de 10 mL de suco e 90 mL de água deionizada. A partir dessa solução, o pH foi medido com o auxílio de um pHmetro digital (MS TECNOPON mPA-210, eletrodo de vidro), com calibração acima de 97%.

Com essa mesma solução, a acidez total titulável foi determinada pela metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985). A determinação da acidez total por volumetria potenciométrica é um método usado para líquidos com coloração forte, se baseia na determinação do ponto de equivalência pela medida do pH da solução, em vez de usar o 'ponto de viragem' por fenolftaleína. Este método expressa a concentração do ácido predominante na fruta (ácido tartárico, no caso da uva). A titulação (neutralização) foi realizada com NaOH 0,1N (4g de NaOH em 1L de água deionizada), até atingir pH 8,2, com auxílio de um pHmetro digital.

Os resultados foram expressos em mEq L^{-1} , obtido pela seguinte equação:

$$\text{ATT (mEq L}^{-1}\text{)} = \frac{(1000 \times n \times N)}{V}$$

Na qual:

n = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação, em mL;

N = molaridade/ normalidade da solução de hidróxido de sódio ($N= 0,1$);

V = volume da amostra (mL) ($V=10\text{mL}$)

A equação pode ser simplificada pela multiplicação do volume de NaOH gasto por 10 quando usado NaOH cuja molaridade/normalidade seja 0,1 (caso dessa metodologia).

A primeira safra apresenta avaliações de acidez somente após 35 dias após o início da maturação. Como este trabalho foi realizado em um vinhedo comercial, a decisão técnica de colheita das uvas limitou o acompanhamento completo da maturação.

Em relação ao manejo, a poda de frutificação foi realizada no dia 15/08/2014 e 10/08/2015, na primeira e segunda safra, respectivamente. Dormex® a 4% foi aplicado para quebra da dormência nos dias 18/08/2014 e 13/08/2015.

Com a mudança de coloração das bagas, os cachos foram protegidos de pássaros pela instalação de tela antigranizo branca em ambos os lados da região dos cachos nas videiras, e as colheitas foram realizadas no dia 09 de fevereiro de 2015 e 01 de fevereiro de 2016.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo da videira 'Merlot' apresentou valores próximos nas duas safras avaliadas. O ciclo total, da brotação à colheita foi de 160 e 144 dias (FIGURA 4.3), com início em começo de setembro e término em começo de fevereiro com a colheita (TABELA 4.1). A exigência térmica variou de 1785,70 a 1545,14 graus-dia (GD), na primeira e segunda safra (TABELA 4.2), respectivamente, valores próximos aos encontrados por Brixner et al. (2010), Radunz et al. (2015) e Borghezán et al. (2014), nas regiões de Uruguaiana (RS), Campanha (RS) e São Joaquim (SC). Em Bordeaux, na França, região conhecida por produzir alguns dos melhores vinhos do mundo, a 'Merlot' possui um ciclo de 173 dias (LEEUEWEN et al., 2004).

A maior exigência térmica e o maior período em dias ocorrem nas fases de formação e desenvolvimento do fruto, a partir do florescimento pleno, sendo a menor exigência da brotação ao florescimento, conforme Radunz et al. (2015).

A segunda safra apresentou um ciclo em dias mais curto e, conseqüentemente, menor exigência térmica, devido principalmente à antecipação da colheita, como pode ser verificado pelas variáveis químicas que demonstram uma colheita de uvas mais ácidas.

Variações na duração dos subperíodos podem ser explicadas pelas condições meteorológicas às quais as plantas estão expostas durante o ciclo produtivo (FIGURA 4.3). Temperaturas elevadas podem encurtar o ciclo ou um subperíodo da fenologia, assim como temperaturas baixas podem prolongá-los. Do

mesmo modo, a precipitação apresenta efeitos marcantes no comportamento fenológico (BRIXNER et al., 2010; CHIAROTTI et al., 2014).

A.

B	IV	FP	GC	GE	IM	MP	C
13		32	17	8	36	13	41
13							
		45					
			62				
				70			
					106		
						119	
							160

B.

B	IV	FP	GC	GE	IM	MP	C
13		30	11	7	34	15	34
13							
		43					
			54				
				61			
					95		
						110	
							144

FIGURA 4.3- DURAÇÃO EM DIAS DOS ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA VIDEIRA 'MERLOT' PRODUZIDA NAS SAFRAS 2014/2015 (A) E 2015/2016 (B). (B): BROTAÇÃO; (IV): INFLORESCÊNCIA VISÍVEL; (FP): FLORESCIMENTO PLENO; (GC) GRÃO CHUMBINHO; (GE) GRÃO ERVILHA; (IM): INÍCIO DA MATURAÇÃO; (MP): MATURAÇÃO PLENA E (C): COLHEITA.

TABELA 4.1- DATAS DAS FASES FENOLÓGICAS DA VIDEIRA 'MERLOT': QUEBRA DA DORMÊNCIA (QD), BROTAÇÃO (B), INFLORESCÊNCIA VISÍVEL (IV), FLORESCIMENTO PLENO (FP), GRÃOS CHUMBINHO (GC), GRÃOS ERVILHA (GE), INÍCIO DA MATURAÇÃO (IM), MATURAÇÃO PLENA (MP) E COLHEITA (C).

Safra	QD	B	IV	FP	GC	GE	IM	MP	C
2014/2015	18/8	2/9	15/9	17/10	3/11	11/11	17/12	30/12	9/2
2015/2016	13/8	10/9	23/9	23/10	3/11	10/11	14/12	29/12	1/2

TABELA 4.2- GRAUS-DIA ACUMULADO NOS SUBPERÍODOS FENOLÓGICOS DA VIDEIRA 'MERLOT': QUEBRA DA DORMÊNCIA (QD), BROTAÇÃO (B), INFLORESCÊNCIA VISÍVEL (IV), FLORESCIMENTO PLENO (FP), GRÃOS CHUMBINHO (GC), GRÃOS ERVILHA (GE), INÍCIO DA MATURAÇÃO (IM), MATURAÇÃO PLENA (MP) E COLHEITA (C).

Safra	B-IV	IV-FP	FP-GC	GC-GE	GE-IM	IM-MP	MP-C	B-C
2014/2015	114,95	273,64	186,1	85,45	402,16	154,55	568,85	1785,70
2015/2016	124,35	291,34	85,45	53,65	365,1	199,3	425,95	1545,14

O intervalo de subperíodos em dias foi similar entre as safras, apresentando pequenas variações, sendo o maior no intervalo entre o FP-IM. Os valores obtidos foram próximos aos encontrados por Brixner et al. (2010), Brighenti et al. (2013), Radunz et al. (2015) e Allebrandt et al. (2015). Os principais subperíodos considerados por estes autores são BR-FP, FP-IM e IM-C. Os valores médios desses subperíodos no presente trabalho foram, respectivamente, 44, 57 e 52 dias.

A maior variação de GD entre as safras ocorreu entre o FP-IM, sendo de 169 GD. Para Brixner et al. (2014) e Tomazzetti et al. (2015), os subperíodos que apresentam maiores variações entre as safras, nas diversas cultivares de viníferas, são do FP-IM e IM-C. O menor intervalo de dias e GD entre o FP e GC, no presente trabalho, pode ser atribuído à maior homogeneidade de brotação e, conseqüentemente, de florescimento observada na segunda safra.

Variações na duração do ciclo total também foram verificadas por Brixner et al. (2010) que obtiveram uma diferença de até 30 dias e 396 GD entre as safras, na região de Uruguaiana -RS. O autor, ao estudar diversas cultivares de uvas viníferas, identificou a 'Merlot' como a mais sensível as variações climáticas, sendo a cultivar que mais expressou diferença em duração do ciclo ao longo das safras avaliadas, principalmente nas fases de FP-IM e IM-C, em que a diferença chegou a 42 dias e 620 GD entre as safras.

A semelhança de duração do ciclo e subperíodos entre as safras é relevante por representar a adaptabilidade da cultivar ao local de plantio, esse comportamento é interessante e importante por permitir um manejo adequado do vinhedo, pela facilidade de programação dos tratos culturais (CHIAROTTI et al., 2014).

A 'Merlot' pode ser caracterizada como uma vinífera de ciclo intermediário, de comportamento mais precoce que a Cabernet Sauvignon, videira tinta fina mais plantada no mundo (RADUNZ et al., 2015; ALLEBRANDT et al., 2015).

A brotação ocorreu 15 e 28 dias após a quebra da dormência (TABELA 4.1), na primeira e segunda safra, respectivamente. O atraso de brotação na segunda safra, comparada a primeira, pode estar associada a quantidade de horas de frio acumulada, que foi menor na segunda safra (129 HF em 2014 e 68 HF em 2015). Mesmo com a aplicação de Dormex®, o produto foi capaz de suprir somente parte da necessidade de frio demandado pela cultivar, que segundo Monteiro et al. (2013) é de 300 HF abaixo de 7,2 °C.

A maturação da uva tem início no 'veraison', com o início da mudança de coloração das bagas, e finda com a colheita. A duração desse subperíodo pode ser usada para avaliação da adaptação de cultivares em novos polos de cultivo. No presente experimento, esse período foi em média de 50 dias, corroborando com trabalhos de Leeuwen et al. (2004), Brixner et al. (2010) e Allebrandt et al. (2015). Brighenti et al. (2013) encontraram um subperíodo mais longo em seu trabalho, de 70 dias, isso devido às condições climáticas da região de plantio, que além de serem mais frias, o que causa um atraso na maturação, são mais secas, permitindo que os frutos permaneçam no pé por um período maior, o que garante uma completa maturação fenólica. Cultivares que possuem esse subperíodo mais curto apresentam fácil adaptação em regiões de clima frio e altitude elevada.

Durante a maturação das uvas, nas duas safras avaliadas, observou-se um acréscimo gradual nos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e pH, bem como um decréscimo na acidez total titulável, conforme se aproximava da data da colheita (FIGURA 4.4). Conforme o esperado, com o decorrer da maturação da baga, ocorre a evolução gradativa desses compostos durante a maturação, diminuindo os teores dos ácidos e aumentando os teores dos açúcares (CONDE et al., 2007).

A concentração de ácidos é variável conforme o subperíodo da maturação. No início, a quantidade de ácido málico sofre uma redução significativa, enquanto a concentração de ácido tartárico é diluída minimamente, se tornando quase três vezes maior que a quantidade de ácido málico no momento da colheita, enquanto isso, a concentração de açúcares só aumenta (CONDE et al., 2007).

A tendência quadrática expressa pelo acúmulo de SST e pH ao longo do ciclo, nas duas safras, demonstra o início da estabilização do acúmulo de açúcares e pH, indicando o momento próximo à maturidade fisiológica. Porém, a tendência linear expressa pela degradação de ácidos orgânicos (acidez total titulável) indica que o momento da colheita foi antecipado, não deixando que a degradação dos ácidos ocorresse por completa.

As bagas apresentaram valores de SST de 18,65 e 17,57 °Brix no momento da colheita, na primeira e segunda safra, respectivamente, semelhantes aos resultados obtidos por Mandelli et al. (2008), Mota et al. (2010) e Anzanello et al. (2011). Maiores valores de °Brix foram apresentados por Stefanini et al. (2000) e Colugnati et al. (2001), na Itália; Leeuwen et al. (2004), na França; Fidelibus et al.

(2007), na Califórnia; Brighenti et al. (2010), Borghezani et al. (2011), Brighenti et al. (2013) e Allebrandt et al. (2015), no sul do Brasil, alcançando até 24,2 °Brix.

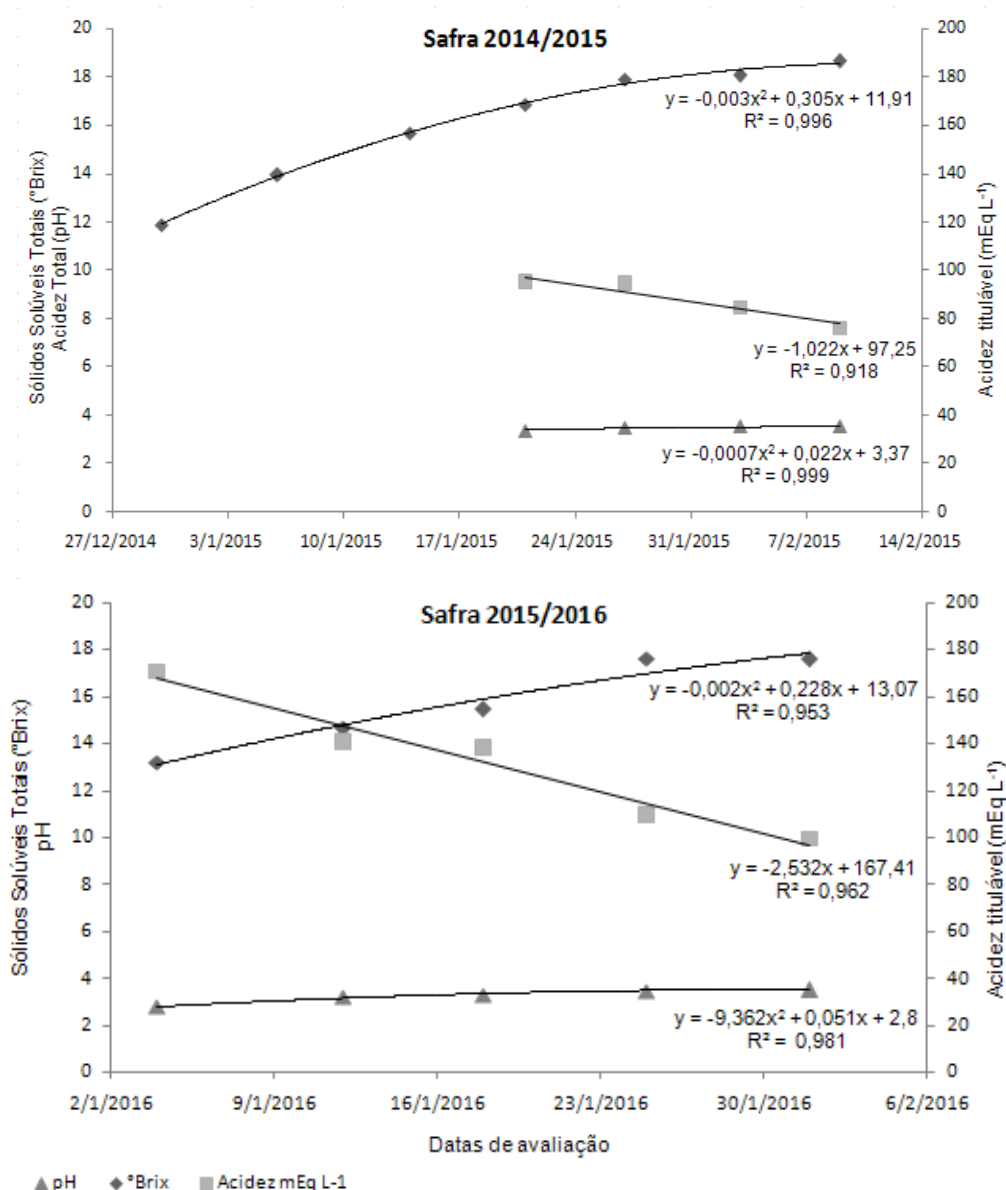


FIGURA 4.4- EVOLUÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (SST), ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL(mEq L⁻¹), E pH DA UVA ‘MERLOT’ PRODUZIDA NAS SAFRAS DE 2014/2015 E 2015/2016, EM CAMPO LARGO, PR.

Apesar da maior precipitação acumulada na segunda safra (1576 mm de julho a fevereiro, enquanto na primeira foi de 1001,6 mm), coincidindo o período de maior volume com a maturação das bagas, não houve diferença tão grande em relação aos SST, porém a alta taxa de precipitação em Campo Largo pode ser prejudicial ao teor de açúcar na baga por diluí-lo (JUBILEU et al., 2010; CHIAROTTI et al., 2014).

Em relação à degradação dos ácidos orgânicos, na primeira safra o mosto apresentou na colheita acidez total titulável de 76,33 mEq L⁻¹, e na segunda safra de 99 mEq L⁻¹. A acidez foi superior no segundo ciclo devido à decisão de colheita antecipada. Os resultados obtidos foram próximos dos de Mota et al. (2010), Borghezán et al. (2011) e Anzanello et al. (2011). Segundo Conde et al. (2007), o nível adequado da presença de ácidos orgânicos é determinante para um vinho de boa qualidade, e pode ser fortemente influenciado por variações climáticas, manejo do vinhedo e incidência de doenças. Mandelli et al. (2008), Brighenti et al. (2013) e Allebrandt et al. (2015) obtiveram uvas com maiores valores de acidez total titulável, chegando até a 130 mEq L⁻¹.

As uvas colhidas apresentaram-se com maiores valores de pH (3,56 e 3,49) quando comparadas aos trabalhos de Mandelli et al. (2008), Borghezán et al. (2011) e Allebrandt et al. (2015), que obtiveram pH em média de 3,20. Essa variação de acidez pode ser explicada pelas condições climáticas distintas entre as regiões de experimento e safras, pois em condições mais frias as uvas podem apresentar menores valores de pH, como também maiores valores de ácidos orgânicos (BORGHEZAN et al., 2011).

Leeuwen et al. (2004), em Bordeaux, França, obtiveram valores de acidez muito próximos aos encontrados na primeira safra, com pH 3,52 e acidez total titulável de aproximadamente 70 mEq L⁻¹. Uvas 'Merlot' menos ácidas ainda foram encontradas por Fidelibus et al. (2007), na Califórnia, com média de pH 3,90 e menos de 60 mEq L⁻¹ de acidez total titulável. Stefanini et al. (2000) e Colugnati et al. (2001), no nordeste da Itália, colheram uvas 'Merlot' com aproximadamente 90 mEq L⁻¹ e pH 3,4.

Os valores de SST, de ácidos orgânicos e acidez observados nas uvas colhidas em Campo Largo – PR, são semelhantes ou próximos aos de uvas cultivadas nas tradicionais regiões de cultivo do Brasil (Rio Grande do Sul), da América do Norte (Califórnia) e da Europa (Itália e França), o que pode indicar um bom potencial da região para cultivo de videiras finas, apresentando valores adequados a produção de vinhos tintos, segundo Rizzon e Miele (2003).

4.4 CONCLUSÕES

A cultivar Merlot cultivada na região de Campo Largo–PR possui um ciclo, da brotação à colheita, com valores próximos de 160 dias e exigência térmica média de 1670 GD. O intervalo em dias e a exigência térmica dos subperíodos são compatíveis ao encontrados em outras regiões de cultivo.

A cultivar consegue completar a maturação na região, apresentando valores de SST e acidez adequados à vinificação tinta.

REFERÊNCIAS

- ALLEBRANDT, R.; MARCON FILHO, J. L.; BEM, B. P. de; WURZ, D. A.; BRIGHENTI, A. F.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Fenologia da variedade Merlot produzida sobre três porta-enxertos em elevadas altitudes de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n.7, p.36-43, 2015.
- ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D. de; COELHO, P. F. Desfolha em videiras americanas e viníferas na fase de pré-maturação dos frutos. **Ciência Rural**, v. 41, n. 07, p. 1132-1135, 2011.
- BARROS, L. B.; MARGOTI, G.; FOWLER, J. G.; MIO, L. L. M. D.; BIASI, L. A. Thermal requirement and phenology of different cultivars of *Vitis labrusca* on different rootstocks. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2433-2442, 2015.
- BORGHEZAN, M.; GAVIOLI, O.; PIT, F.A.; SILVA, A.L.da. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.4, p.398-405, 2011.
- BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C.; CANTON, M.; GUERRA, M. P.; CAMPOS, C. G. C. Phenology and vegetative growth in a new production region of grapevines: case study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. **Open Journal of Ecology**, v.4, n.6, p. 321-335, 2014.
- BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1162-1167, 2013.
- BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MADEIRA, F. C. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de ‘Merlot’ sobre os porta-enxertos ‘Paulsen 1103’ e ‘Couderc 3309. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.1, p. 019-026, 2010.
- BRIXNER, G. F.; MARTINS, C. R.; AMARAL, U. do; KOPP, L. M.; OLIVEIRA, D. B. de. Caracterização fenológica e exigência térmica de videiras *Vitis vinifera*, cultivadas no município de Uruguaiana, na região fronteira oeste –RS. **Revista FZVA**, v. 17, n.2, p. 221-233, 2010.

- BRIXNER, G. F.; SCHOFFEL, E. R.; LAGO, I.; RADUNZ, A. L.; KRUGER, A. P. Risco de geada e duração dos subperíodos fenológicos da 'Cabernet Sauvignon' na região da Campanha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n.2, p. 217-224, 2014.
- CHIAROTTI, F.; MARGOTI, G.; FOWLER, J. G.; CUQUEL, F. L.; BIASI, L. A. Caracterização fenológica, exigência térmica e maturação da uva 'Bordô' em Bocaiuva do Sul, PR. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 338-342, 2014.
- CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUZA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v.1, p.1-22, 2007.
- COLUGNATI, G.; STEFANINI, M.; CRESPIAN, G.; ZENAROLA, C. Adattamento della varietà Merlot a diversi ambienti viticoli Del nord-est dell'Italia. **Notiziario Ersa**, 3-4, p. 41-44, 2001.
- FIDELIBUS, M.W.; CHRISTENSEN, L.P.; KATAYAMA, D.G.; VERDENAL, P.T.; CATHLINE, K. Fruit characteristics of six Merlot grapevine selections in the Central San Joaquin Valley, California. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 58, p. 259-261, 2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no ano civil, março de 2016.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p.183.
- JUBILEU, B. S. DA; SATO, A. F.; ROBERTO, S. R. Caracterização fenológica e produtiva das videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante' (*Vitis vinifera* L.) produzidas fora de época, no Norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.451-462, 2010.
- LEEUWEN, C.; FRIANT P.; CHONÉ, X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 55, p. 207-217, 2004.
- LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) – Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. Growth stages of the grapevine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 1, p. 100-110, 1995.
- MANDELLI, F.; MIELE, A.; RIZZON, L.A.; ZANUS, M.C. Efeito da poda verde na composição físico-química do mosto da uva Merlot. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 667-674, 2008.
- MOLINARI, G.; JUCHEM NETO, J. P. **Perspectivas do mercado da vitivinicultura e desafios para os vinhos brasileiros**. Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal do Pampa, 2015.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SANTOS, H. P.; FARIAS, A. R. Zoneamento de horas de frio no sul do Brasil para uvas de baixa e alta exigência: presente e futuro. **XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Universidade Federal do Pará, 2013.

MOTA, R. V.; SILVA, C. P. C.; FAVERO, A. C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T. M.; REGINA, M. de A. Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1127-1137, 2010.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A. Vitivinicultura brasileira: panorama setorial de 2010. Brasília, DF: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN. **Embrapa Uva e Vinho**, 110p, 2011.

RADUNZ, A. L.; SCHOFFEL, E.R.; BORGES, C. T.; MALGARIM, M. B.; POTTER, G. H. Necessidades térmicas de videiras na região da Campanha do Rio Grande do Sul – Brasil. **Ciência Rural**, v.45, n.4, p.626-632, 2015.

REGINA, M. A.; CARMO, E. L.; FONSECA, A. R.; PURGATO, E.; SHIGA, T. M.; LAJOLO, F. M.; RIBEIRO, A. P.; MOTA, R. V. Influência da altitude na qualidade das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’ em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.143- 150, 2010.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p156-161, 2003.

STEFANINI, M.; COLUGNATI, G.; CRESPIAN, G.; ZENAROLA, C.; COLUSSI, G. Comportamento vitícola ed enológico della cultivar Merlot. **L’Informatore Agrario**, v. 37, p. 55- 60, 2000.

TOMAZETTI, T.C.; ROSSAROLLA, M.D.; ZEIST, A.R.; GIACOBBO, C.L.; WELTER, L.J.; ALBERTO, C.M. Fenologia e acúmulo térmico em videiras viníferas na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p. 1033-1041, 2015.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. Estimativas de graus-dias acumulados acima de qualquer temperatura-base, em função das temperaturas máxima e mínima. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, São Paulo, 1972. 8 p. (**Caderno de Ciências da Terra**, 30).

5 CONCLUSÕES GERAIS

O PCa não apresenta efeito retardante de crescimento para a videira 'Merlot', pelo contrário, aumenta o crescimento dos ramos. O incremento no crescimento devido a aplicação do produto não afeta a produção e a qualidade da uva. A aplicação parcelada não apresenta diferença em relação a aplicação única.

A cultivar Merlot cultivada na região de Campo Largo-PR possui ciclo com valores aproximados de 160 dias e exigência térmica média de 1670 GD. As fases intermediárias do ciclo fenológico apresentam comportamento similar a de outras regiões de cultivo. A cultivar consegue completar a maturação na região, apresentando valores de SST e acidez adequados à vinificação tinta.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante conhecer o fluxo de crescimento dos ramos e o vigor exposto pela cultivar na região de cultivo antes de testar a aplicação de inibidores de giberelinas (IG's), pois o momento adequado de aplicação do produto é essencial para sua eficácia. A ausência de informações básicas sobre o fluxo de crescimento dos ramos das videiras em diferentes condições edafoclimáticas do Brasil dificultou a pesquisa.

A aplicação de IG's deve ser utilizada como medida auxiliar na regulação do vigor, sendo combinada a outros métodos que, pelo menos, não favoreça o crescimento excessivo da planta, pois o produto não tem demonstrado resultados satisfatórios em plantas muito vigorosas. Ótimos resultados foram demonstrados em pesquisas em plantas de macieiras que estão sobre porta enxerto de baixo vigor e filtro ananizante, que auxiliam no trabalho de controle do crescimento excessivo.

O estudo deve ser aprofundado em videiras, pois a cultura se limita à disponibilidade de mão de obra. Também como sugestão de pesquisas futuras tem-se a descrição do fluxo de crescimento vegetativo nas diferentes condições de clima e solo brasileiro, e do quanto a giberelina e outros hormônios estão relacionados a esse crescimento, pois não se encontra na literatura uma referência direta à espécie.

7 ANEXOS

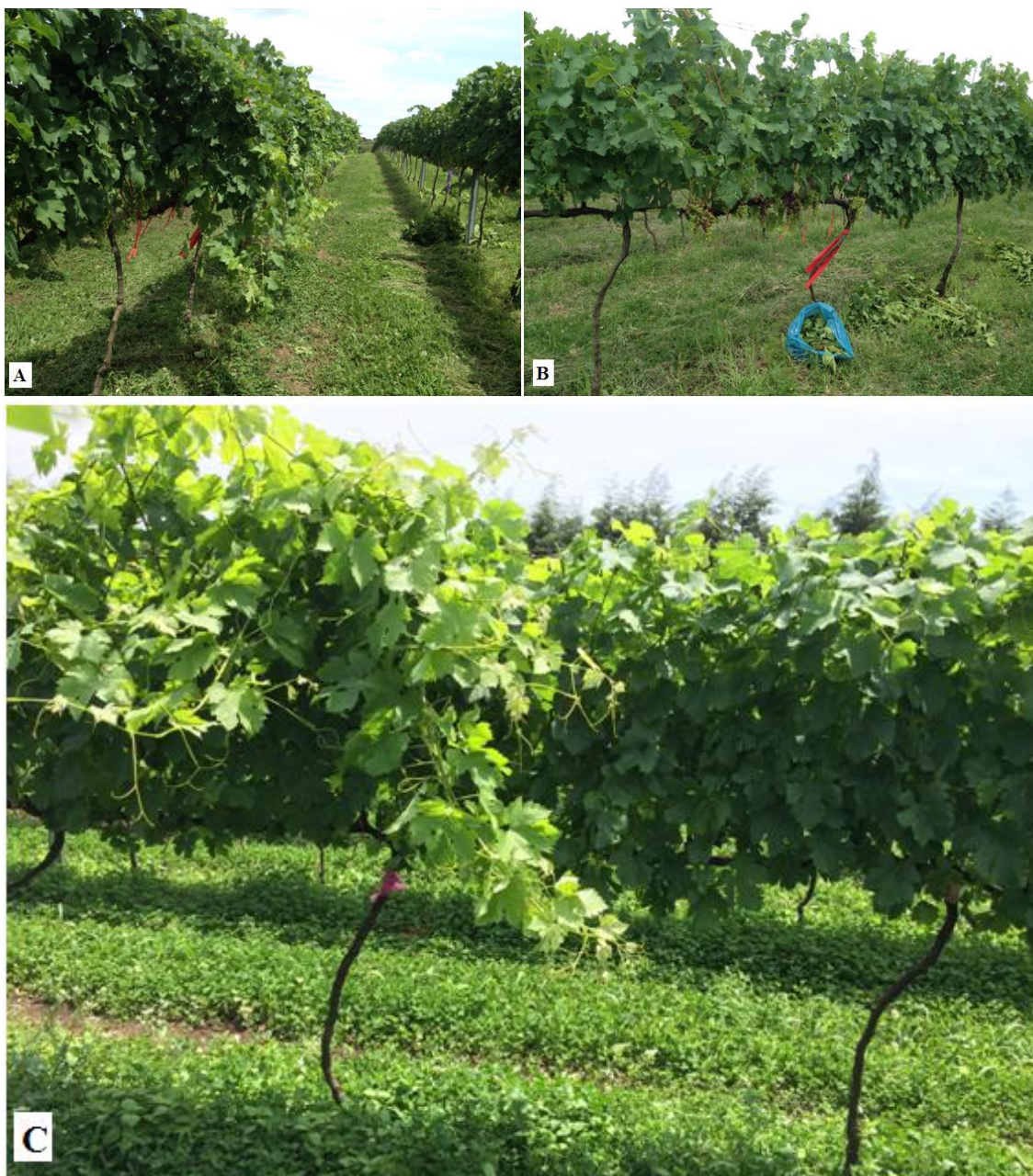
ANEXO 1. FASE FENOLÓGICA NO MOMENTO DA APLICAÇÃO DE PROHEXADIONE DE CÁLCIO. (A) FLORESCIMENTO PLENO, ESTÁDIO 65, SAFRA 2014/2015; (B) ESTÁDIO DE 'AMORA', 55, SAFRA 2015/2016. VIDEIRAS CV. MERLOT, EM CAMPO LARGO, PARANÁ. FOTO: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 2. PLANTAS DE VIDEIRAS CV. MERLOT, ANTES (A ESQUERDA) E DEPOIS (A DIREITA) DO MANEJO DE DESFOLHA (SAFRA 2014/2015), EM CAMPO LARGO, PARANÁ. FOTO: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 3. VIDEIRAS CV. MERLOT, ANTES E DEPOIS DO MANEJO DO DESPONTE, EM CAMPO LARGO, PARANÁ. (A) VIDEIRA ANTES DO DESPONTE (SAFRA 2014/2015), (B) VIDEIRA APÓS O DESPONTE (SAFRA 2014/2015), (C) VIDEIRA ANTES DO DESPONTE, A DIREITA, E APÓS O DESPONTE A ESQUERDA (SAFRA 2015/2016). FOTOS: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 4. PRODUÇÃO SAFRA 2014/2015 DE VIDEIRAS CV. MERLOT SUBMETIDAS A APLICAÇÃO DE PROHEXADIONE DE CÁLCIO, EM CAMPO LARGO, PARANÁ. (A E B) TESTEMUNHAS; (C) 125 mg L⁻¹ AP.U.; (D) 125 mg L⁻¹ AP.P.; (E) 250 mg L⁻¹ AP.U.; (F) 250 mg L⁻¹ AP.P.; (G) 375 mg L⁻¹ AP.U.; (H) 375 mg L⁻¹ AP.P. (*AP.U. APLICAÇÃO ÚNICA, AP.P. APLICAÇÃO PARCELADA). FOTOS: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 5. CACHO DE UVA CULTIVAR MERLOT, PRODUZIDO EM CAMPO LARGO, PARANÁ, SAFRA 2014/2015. FOTO: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 6. MARCAÇÃO DOS ESPORÕES PARA AVALIAÇÃO FENOLÓGICA DA VIDEIRA, CULTIVAR MERLOT, EM CAMPO LARGO, PARANÁ. SAFRA 2014/2015. FOTO: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 7. ÁREA EXPERIMENTAL DE VIDEIRAS 'MERLOT' NA VINÍCOLA LEGADO, EM CAMPO LARGO, PR. SAFRA 2015/2016. FOTO: GISLÂINE MARGOTI.



ANEXO 8. IMAGEM DE SATÉLITE VINHEDO VINÍCOLA LEGADO, EM CAMPO LARGO, PARANÁ.




ANEXO 9. TABELA VARIÁVEIS FATOR NÃO QUANTITATIVO (FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO).

	Variáveis	ANOVA	Apl. única	Apl. parcelada	CV (%)
SAFRA 2014/2015	Incremento (%)	ns	74,78 a	82,74 a	24,09
	Comprimento de entre-nós (cm)	ns	5,89 a	5,95 a	7,39
	Quantidade de nós	*	26,17 b	28,69 a	11,58
	Massa Seca poda verde (g)	ns	456,40 a	481,97 a	19,37
	Produção por planta (Kg)	ns	3,29 a	3,64 a	26,48
	Quantidade de cachos/planta	ns	31,10 a	31,70 a	18,85
	Massa média do cacho (g)	ns	105,08 a	114,44 a	15,42
	Comprimento do cacho (cm)	ns	14,32 a	14,42 a	5,49
	Largura do cacho (cm)	ns	8,41 a	8,43 a	7,66
	Massa média da baga (g)	ns	1,70 a	1,71 a	7,78
	Diâmetro médio da baga (mm)	ns	14,44 a	14,61 a	3,82
	Massa ráquis/ massa cacho (%)	ns	3,27 a	3,19 a	9,33
	Qtd de sementes/ baga	ns	1,88 a	1,96 a	7,35
	Massa de cada semente (mg)	ns	69,0 a	68,0 a	18,06
	SST (°Brix)	ns	18,66 a	18,67 a	2,63
	pH	ns	3,53 a	3,52 a	1,90
	Acidez total titulável (mEq/L)	ns	79,50 a	80,35 a	12,43
SAFRA 2015/2016	Incremento (%)	ns	311,26 a	306,99 a	13,88
	Comprimento de entre-nós (cm)	ns	7,24 a	7,19 a	8,26
	Quantidade de nós	ns	25,43 a	25,01 a	6,68
	Massa Seca poda verde (g)	ns	322,15 a	334,00 a	20,67
	Produção por planta (Kg)	ns	3,15 a	3,18 a	20,84
	Quantidade de cachos/planta	ns	35,90 a	34,35 a	19,94
	Massa média do cacho (g)	ns	87,95 a	93,47 a	12,64
	Comprimento do cacho (cm)	ns	14,92 a	14,69 a	7,86
	Largura do cacho (cm)	ns	9,39 a	9,52 a	8,33
	Massa média da baga (g)	ns	1,43 a	1,53 a	18,49
	Diâmetro médio da baga (mm)	ns	12,54 a	12,73 a	3,47
	Massa ráquis/ massa cacho (%)	ns	3,53 a	3,41 a	12,25
	Qtd de sementes/ baga	ns	1,44 a	1,52 a	10,50
	Massa de cada semente (mg)	ns	43,6 a	44,9 a	10,09
	SST (°Brix)	ns	17,59 a	17,56 a	2,71
	pH	*	3,44 a	3,37 b	2,74
	Acidez total titulável (mEq/L)	ns	96,75 a	100,85 a	12,43

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)ns não significativo ($p \geq 0,05$)

ANEXO 10. ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E
ENGENHARIA AGRÍCOLA

Solicitante: LUIZ ANTONIO BIASI
Endereço:
Cidade:
Estado: PARANÁ
Cep:

Tel:

CERTIFICADO N 15086


LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO - ROTINA

Data:

Nº LAB	Identificação da Amostra	pH		Al ⁺³	H ⁺ Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg
		CaCl ₂	SMP													
71889	MERLOT 0-20CM	5,10	5,50	0,20	7,20	9,50	3,50	0,46	13,46	20,66	75,70	-	33,1	65	1	2,71
71890	MERLOT 20-40CM	4,80	5,30	0,40	8,40	4,90	2,70	0,26	7,86	16,26	27,40	-	23,6	48	5	1,81
71893	MERLOT 0-20CM	5,00	5,60	0,20	6,70	5,70	2,60	0,44	8,74	15,44	120,20	-	28,9	57	2	2,19
71894	MERLOT 20-40CM	4,60	5,40	0,60	7,80	4,90	2,30	0,27	7,47	15,27	60,70	-	18,3	49	7	2,13

☒ Safra 2014/2015

☐ Safra 2015/2016



Resultados restritos às amostras recebidas. Neste laudo não constam recomendações.

Prof. Antonio C.V. Moura, PhD., agr., UFPR-98337
Coord. Lab. de Fertilidade do Solo

Rua dos Funcionários, 1540 - Curitiba, PR - CEP 80035-050 - Fone (041) 350 5673 - E-mail: depeolos@ufpr.br

1 de 1